



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 138 686** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **F 04 B 37/02, H 01 J 9/38**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97109839/06, 30.11.1995
(24) Дата начала действия патента: 30.11.1995
(30) Приоритет: 02.12.1994 US 08/348798
01.09.1995 US 08/521943
(46) Дата публикации: 27.09.1999
(56) Ссылки: Бризашер, Non-Evaporable Getter
Pumps for Semiconductor Processing
Equipment, Сверхчистые технологии, 1(1) : 49
- 57, 1990. SU 705561 A, 1979. SU 918510 A,
1982. US 3542488 A, 1970. US 4515528 A,
1985. DE 3332660 A1, 1985.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 02.06.97
(86) Заявка РСТ:
US 95/15598 (30.11.95)
(87) Публикация РСТ:
WO 96/17171 (06.06.96)
(98) Адрес для переписки:
125040, Москва, Ленинградский пр-т, д.23,
"ТРАНСТЕХНОЛОГИЯ", патентному
поверенному Золотых Н.И.

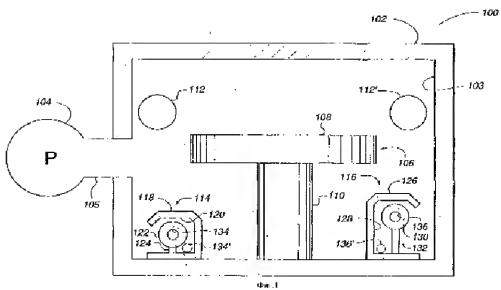
(71) Заявитель:
Сэйз Пьюэ Гэз, Инк. (US)
(72) Изобретатель: Крюгер Гордон П. (US),
Лоример Дарси Х. (US), Карелла Серджио
(IT), Конте Андреа (IT)
(73) Патентообладатель:
Сэйз Пьюэ Гэз, Инк. (US)

(54) МОДУЛЬ И СИСТЕМА ГЕТТЕРОНАСОСА

(57) Реферат:
Изобретение может быть использовано в
системах сверхвысокого вакуума для
производства полупроводников. Модуль
геттеронасоса выполняют из геттерных
дисков с осевыми отверстиями и устройства
для нагрева, пропущенного через упомянутые
отверстия, который служит опорой геттерным
дискам. Устройства предназначены для
нагрева дисков. Геттерные диски
преимущественно представляют собой
сплошные пористые спеченные диски,
которые выполняются из геттерного
материала. Титановые втулки входят в
соприкосновение с устройством для нагрева.
Для защиты упомянутых геттерных дисков от
источника тепловой энергии, обеспечения
теплоотвода внутри камеры и быстрой
регенерации геттерных дисков
предусматривается теплозащитный экран. В
некоторых вариантах осуществления

настоящего изобретения теплозащитные
экраны выполняются неподвижными. В других
вариантах могут быть предусмотрены
подвижные теплозащитные экраны. В одном
из вариантов осуществления настоящего
изобретения предусматривается
фокусирующий экран для отражения
тепловой энергии от внешнего
нагревательного элемента на упомянутый
геттерный материал с целью обеспечения
высоких скоростей. Кроме того, в качестве
одного из вариантов осуществления
настоящего изобретения может
предусматриваться вращающийся геттерный
элемент для повышения коэффициента
использования геттерного материала. Такое
выполнение позволяет адаптировать
геттеронасос к процессу откачки давления из
рабочих камер "по месту" согласно
терминологии производства
полупроводников. 10 с. и 56 з.п. ф-лы, 17 ил.

RU 2138686 C1



RU 2138686 C1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 138 686** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **F 04 B 37/02, H 01 J 9/38**

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 97109839/06, 30.11.1995
(24) Effective date for property rights: 30.11.1995
(30) Priority: 02.12.1994 US 08/348798
01.09.1995 US 08/521943
(46) Date of publication: 27.09.1999
(85) Commencement of national phase: 02.06.97
(86) PCT application:
US 95/15598 (30.11.95)
(87) PCT publication:
WO 96/17171 (06.06.96)
(98) Mail address:
125040, Moskva, Leningradskij pr-t, d.23,
"TRANSTEKhNOLOGIJa", patentnomu
poverennomu Zolotykh N.I.

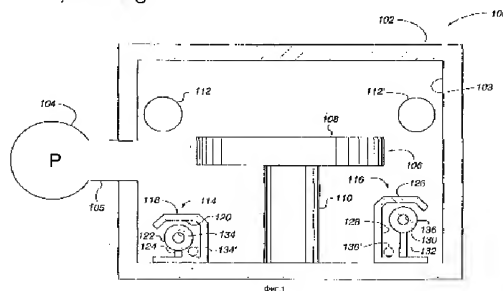
(71) Applicant:
Sehiz P'jueh Gehz, Ink. (US)
(72) Inventor: Krjucer Gordon P. (US),
Lorimer Darsi Kh. (US), Karella Serdzchio
(IT), Konte Andrea (IT)
(73) Proprietor:
Sehiz P'jueh Gehz, Ink. (US)

(54) GETTER PUMP MODULE

(57) Abstract:

FIELD: superhigh-vacuum systems for manufacturing superconductors. SUBSTANCE: module is assembled of getter disks with axial holes and heating device passed through mentioned holes and used to support getter disks and to heat them. Disks are, essentially, solid porous sintered disks made of getter material. Titanium bushes come in contact with heating device. Heat shield is provided to protect mentioned getter disks from heat energy sources, to ensure heat transfer inside chamber, and to rapidly recondition getter disks. In some design versions, heat shields are fixed in position. In other versions, heat shield may be movable. One of versions incorporates focusing screen that functions to reflect heat energy from external heating element to

mentioned getter material so as to ensure high pumping speed. In addition, one of versions may be provided with revolving getter member to raise utilization factor of getter material. EFFECT: provision for in-situ pressure relief from working chambers. 66 cl, 20 dwg



Изобретение в основном имеет отношение к системам сверхвысокого вакуума, точнее к "встроенным" (in situ) геттерным насосам, используемым в технологических системах производства полупроводников.

Существует ряд технологических процессов, для которых требуется сверхвысокий вакуум, например, порядка 10^{-8} - 10^{-12} торр. Так, для высоковакуумных физико-технических установок, таких как циклотроны и линейные ускорители, часто требуется вакуум порядка 10^{-8} - 10^{-12} торр. Кроме того, в полупроводниковой промышленности сверхвысокий вакуум уровней порядка 10^{-7} - 10^{-9} торр часто требуется для технологического оборудования, используемого для производства полупроводников.

Для достижения уровней сверхвысокого вакуума в рабочей камере часто пользуются линейным или параллельным подключением нескольких насосов. Механические (например, масляные) насосы часто используются для снижения давления в камере приблизительно до уровня 30-50 мторр. Такие насосы часто называются насосами "высокого давления", поскольку они предназначены для перекачивания газов под относительно высоким давлением. Кроме того, для снижения давления приблизительно до 10^{-7} - 10^{-9} торр используются высоковакуумные или сверхвысоковакуумные насосы, такие как молекулярный или криогенный насос, турбонасос или другие аналогичные насосы. Эти насосы часто называют насосами "низкого давления", поскольку они откачивают газы под относительно низким давлением. Продолжительность откачки зависит от конкретной камеры и может варьировать от нескольких минут до нескольких часов и дней в зависимости от таких факторов, как размер камеры, производительность насосов, пропускная способность на участке между камерой и насосом и необходимое конечное давление.

С учетом конкретных случаев высоковакуумного применения геттеронасосы могут использоваться в сочетании с вышеупомянутыми механическими, молекулярными и криогенными насосами. Геттеронасос состоит из геттерных элементов, выполняемых из металлов и металлических сплавов в расчете на конкретные неинертные газы. Например, с учетом состава и рабочей температуры геттерного материала разработаны геттеронасосы, предназначенные преимущественно для откачки определенных неинертных текучих сред и газов, таких как водяной пар и водород.

Например, в геттеронасосах фирмы SAES Getters, S.p.A, Милан, Италия, геттерный материал обычно помещается в контейнер из нержавеющей стали. Геттеронасосы могут работать в температурном диапазоне от температур окружающего воздуха до температур 450°C в зависимости от конкретных видов откачиваемых газов. В качестве традиционного геттерного материала в геттеронасосах фирмы SAES Getters, S. p. A, Милан, Италия, используется материал St 707 (сплав Zr-V-Fe), который выпускается фирмой SAES Getters, S.p.A., Милан, Италия. Другим

традиционным геттерным материалом является геттерный сплав St 101 TM, который также выпускается фирмой SAES Getters, S.p.A, Милан, Италия и который представляет собой сплав Zr-Al. Некоторые из этих традиционных геттеронасосов можно считать "встроенными" насосами, поскольку они размещаются в самих машинах высокого вакуума.

В геттеронасосах некоторых современных конструкций используются ленточные геттеры, состоящие из металлических лент, на которые порошковым методом наносится покрытие из геттерного материала, такого как упомянутые геттерные сплавы St 707 и St 101 TM. Ленты с нанесенным геттерным покрытием складываются в гармошку для увеличения отношения площади рабочей поверхности геттера к объему пространства, занимаемому лентой с геттерным покрытием, и повышения способности геттера поглощать соответствующие газы. Такие насосы выпускаются фирмой SAES Getters, S.p.A, Милан, Италия, и продаются под торговым названием SORB-AC^R. Кроме того, в последних конструкциях используются геттеры в форме дисков, состоящих из основы, на которую порошковым методом наносится покрытие из геттерного материала. Недостаток конструкций с геттером, состоящим из основы и нанесенного геттерного покрытия, заключается в том, что совокупное количество геттерного материала, обеспечивающего поглощение, ограничено номинальной площадью поверхности основы геттерного устройства.

Считается, что геттеронасосы могут использоваться в оборудовании для производства полупроводников. Например, в статье Бризашера и др. под названием "Геттеронасосы с неиспаряющимися геттерами для технологического оборудования для производства полупроводников" ("Non-Evaporable Getter Pumps for Semiconductor Processing Equipment by Briesacher, et al.), опубликованной в издании "Сверхчистые технологии" (Ultra Clean Technology), 1 (1): 49-57 (1990), высказывается мнение о том, что в любых случаях применения геттерных насосов для очистки от газов в производстве полупроводников геттеронасосы с неиспаряющимися геттерами можно также использовать для очистки и селективной откачки примесей "по месту".

В вышеупомянутой работе Бризашера говорится, что существует два возможных рабочих сценария использования геттеронасосов в распылительной системе, которая является типичным технологическим оборудованием для производства полупроводников. Первый сводится к использованию в системе дополнительного геттеронасоса, работающего параллельно с традиционными насосами системы (например, механическими или криогенными). Согласно данному сценарию работа системы не изменяется каким-либо образом, а геттеронасос просто выполняет роль вспомогательного насоса для снижения парциального давления определенных составляющих остаточного газа в камере. Второй сценарий требует обеспечения в камере давления до значений в диапазоне

3 • 10⁻³ - 6 • 10⁻³ торр, перекрытия поступления в камеру потока аргона и герметизации камеры. В этом случае говорят, что упомянутый геттеронасос по отношению к аргону действует как "встроенный" очиститель. Однако, как обсуждается ниже, упомянутый насос по сути не является "встроенным" насосом в том смысле, что активный материал не находится в пространстве соответствующей рабочей камеры.

В типичной распылительной системе инертный газ (обычно аргон) подается в камеру, и создается плазма. Плазма ускоряет положительно заряженные ионы аргона по мере их движения к отрицательно заряженной мишени, в результате чего происходит выбивание материала, и материал осаждается на поверхности подложки. Геттерные насосы хорошо адаптированы для использования с распылительными системами, поскольку единственным требуемым рабочим газом является инертный газ, который не откачивается геттерным насосом. Поэтому геттерный насос способен удалять газовые примеси из распылительной камеры, не влияя на расход инертного газа, необходимого для процесса распыления.

Работа Бризашера в основном сводилась к научному анализу возможности использования геттеронасосов с неиспаряющимися геттерами в технологическом оборудовании для производства полупроводников. Поэтому изложенная в упомянутой работе теория нашла весьма незначительное практическое применение. Далее, несмотря на использование в статье Бризашера термина "встроенный" при описании сценария использования геттеронасоса, из описания, приведенного в упомянутой работе, ясно, что геттеронасос является внешним по отношению к рабочей камере и считается "встроенным" лишь в том смысле, что при герметизации камеры и при прекращении поступления потока аргона в камеру пространство в пределах геттеронасоса можно считать связанным с пространством камеры. Согласно анализу, представленному Бризашером, между защитным кожухом геттера и основной камерой необходимо установить клапан для защиты геттера от атмосферного воздействия, отрицательно сказывающегося на характеристиках геттерного материала, в связи с чем может требоваться дополнительная регенерация. Такая защита является настоятельно необходимой в случае ленточных геттеров, обсуждаемых в упомянутой работе Бризашера. Таким образом, геттер, описанный Бризашером, по сути не является "встроенным" в том смысле, что поверхности геттеронасоса находятся в пространстве, которое сообщается с пространством камеры через суженную горловину, в значительной степени ограничивающую пропускную способность на участке между камерой и насосом. Под "пропускной способностью" в данном случае понимается возможность для текучей среды (в данном примере газа) перетекать из одного объема (например, из технологической камеры) в другой (например, в камеру насоса). Пропускная способность ограничивается размером проходного отверстия (апертура) между двумя камерами,

и в случае криогенного насоса обычно определяется площадью поперечного сечения горловины.

Настоящее изобретение позволяет усовершенствовать геттерный модуль и систему геттеронасоса, который, в частности, хорошо адаптирован к процессу откачки давления из рабочих камер "по месту" согласно технологии производства полупроводников.

Один из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения включает геттеронасосы со множеством геттерных элементов, выполненных из пористого спеченного геттерного материала, со сквозными отверстиями, составляющими канал в геттерном материале, и опорный элемент, пропускаемый через упомянутый канал. В упомянутые отверстия геттерных элементов обычно вставляются втулки из титана или другого металла для обеспечения механической опоры для геттерных элементов и для усиления теплообмена между устройством для нагрева и геттерными элементами. Упомянутые геттерные элементы, обычно выполняемые в форме диска, преимущественно частично закрываются экраном, который обеспечивает теплоизоляцию геттерных элементов от других устройств и поверхностей рабочей камеры для технологической обработки полупроводников и который также способствует процессу регенерации геттерных элементов.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения для нагрева геттерного материала используется радиационный нагреватель. Другой предпочтительный вариант осуществления настоящего изобретения включает геттеронасосы с непараллельными, обращенными друг к другу поверхностями соседних геттерных элементов, выполненных со сквозными отверстиями, составляющими канал, через который пропускается устройство для нагрева. В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения вышеупомянутые отверстия в дисках составляют ось, и упомянутые геттерные элементы располагаются под углом, а не перпендикулярно упомянутой оси. В другом варианте осуществления настоящего изобретения упомянутые отверстия по существу перпендикулярны упомянутой оси, но при этом лицевые поверхности соседних геттерных элементов наклонены друг к другу и преимущественно расположены под равными, но противоположными по значению углами.

Еще один из вариантов осуществления настоящего изобретения включает систему для технологической обработки полупроводников, состоящую из рабочей камеры, "встроенного" геттеронасоса со множеством геттерных элементов, в каждом из которых выполнено сквозное отверстие, и опорного элемента, пропускаемого через упомянутые отверстия. Фактическое значение скорости откачки, обеспечиваемое вышеупомянутым геттерным насосом в упомянутой рабочей камере по крайней мере не ниже 75% от теоретического значения скорости откачки, обеспечиваемой множеством геттерных элементов в неограниченном объеме.

Настоящее изобретение также охватывает способ технологической обработки подложки, который состоит из стадий: (a) размещения подложки в рабочую камеру, включающую "встроенный" геттеронасос со множеством геттерных элементов, пропускная способность которого выше, чем примерно 75% от пропускной способности камеры технологической обработки подложки; (b) герметизации камеры; (c) подачи инертного газа в камеру при одновременной работе внешнего насоса низкого давления и "встроенного" геттеронасоса, причем упомянутый внешний насос низкого давления предназначен для удаления из камеры инертных газов, а "встроенный" геттеронасос - для удаления из камеры неинертных газов; и (d) технологической обработки подложки в камере при подаче в камеру инертного газа. Настоящее изобретение также охватывает подложку, получаемую с помощью упомянутого способа согласно настоящему изобретению.

Еще один из вариантов осуществления настоящего изобретения включает способ откачки камеры, состоящий из стадий: (a) герметизации камеры с целью защиты от воздействия внешней атмосферы; (b) вакуумирование камеры с помощью размещаемого в камере "встроенного" геттеронасоса с пропускной способностью выше, чем примерно 75%, рассчитанного на эксплуатацию при более чем одном значении температуры и предназначенного для откачки определенных неинертных газов при различных температурах геттерного материала.

Еще один из вариантов осуществления настоящего изобретения обеспечивает геттеронасос, состоящий из пористого спеченного геттерного материала и устройства для нагрева, которое располагается в непосредственной близости от упомянутого геттерного материала и предназначен для нагрева упомянутого геттерного материала. Упомянутое устройство для нагрева устанавливается в непосредственной близости от фокусирующего экрана, который отражает тепловую энергию, излучаемую упомянутым устройством для нагрева на геттерный материал. Пропускная способность упомянутого геттеронасоса составляет по крайней мере около 75% от приблизительного значения объема, подлежащего откачке. Данный вариант осуществления настоящего изобретения может также включать теплоизолирующую стенку, к которой крепится геттерный материал и нагреватель. Упомянутая теплоизолирующая стенка может также являться частью "L-образного экрана" и дополнительно включать теплоотражающую поверхность.

Другие характерные особенности и преимущества настоящего изобретения станут более понятными из приведенного ниже описания в сопровождении чертежей.

На фиг. 1 схематически представлена система технологической обработки полупроводников, включая "встроенный" модуль геттеронасоса в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 2 представлен частичный перспективный вид ряда геттерных элементов согласно настоящему изобретению и

теплозащитный экран.

На фиг. 3 представлен вид спереди геттерного элемента, показанного на фиг. 2.

На фиг. 4А и 4В представлены поперечные разрезы геттерных элементов согласно настоящему изобретению: А - поперечный разрез единичного геттерного элемента по линии 4А-4А, показанной на фиг. 3; В - поперечный разрез трех соседних геттерных элементов по той же линии 4А-4А, показанной на фиг. 3.

Фиг. 5 иллюстрирует число столкновений молекулы с двумя соседними геттерными элементами согласно настоящему изобретению в зависимости от расстояния между геттерными элементами.

На фиг. 6А и 6В показаны определенные размерные параметры геттерных элементов согласно настоящему изобретению: А - размерные параметры соседних геттерных элементов при параллельном размещении; В - размерные параметры соседних геттерных элементов при их веерном размещении под углом друг к другу.

На фиг. 7 показан график зависимости скорости откачки от расстояния "d" между соседними геттерными элементами.

Фиг. 8 иллюстрирует другой вариант осуществления настоящего изобретения с наклоном соседних геттерных элементов под противоположными углами.

На фиг. 9 показан еще один вариант осуществления настоящего изобретения, когда обращенные друг другу поверхности соседних геттерных элементов не являются параллельными друг другу.

На фиг. 10 показан вариант осуществления настоящего изобретения, когда группа геттерных элементов частично располагается по окружности вблизи тарелки распылительной ступени.

На фиг. 11 показан вариант осуществления настоящего изобретения, в котором геттерные элементы устанавливаются в виде звезды на вращающемся опорном элементе.

На фиг. 12 показан вид сбоку варианта осуществления настоящего изобретения, представленного на фиг. 11, но в случае, когда геттерные элементы находятся внутри теплозащитного экрана.

На фиг. 13 показан вид сбоку варианта осуществления настоящего изобретения, представленного на фиг. 2, но в случае, когда геттерные элементы находятся внутри теплозащитного экрана.

На фиг. 14А и 14В показан вид сбоку теплозащитного экрана согласно настоящему изобретению при переходе из закрытого в открытое положение: А - экран в закрытом положении, когда геттерные элементы закрыты теплозащитным экраном; В - экран в открытом положении, когда геттерные элементы подвергаются воздействию окружающей среды.

На фиг. 15 показан частичный вырез варианта осуществления настоящего изобретения, показанного на фиг. 14А и 14В; здесь также показаны источники газа.

На фиг. 16 показан геттерный насос с фокусирующим экраном.

На фиг. 17 показан вид в разрезе варианта осуществления настоящего изобретения, представленного на фиг. 16, с L-образным теплозащитным экраном.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения.

На фиг. 1 показана часть системы 100 для производства полупроводников в соответствии с настоящим изобретением. Упомянутая технологическая система включает камеру обработки подложки 102 с внутренней стенкой 103. Внешний насос 104 ("P"), такой как криогенный и/или механический насосы, подключен к камере трубопроводом 105 для снижения внутреннего атмосферного давления в камере до включения в работу модуля геттеронасоса. До активации геттеронасоса внутреннее давление в камере предпочтительно снизить до уровня примерно 10^{-6} бар. Внутри камеры 102 находится распылительная ступень 106, в которую входит держатель 108, опирающийся на верхнюю часть опоры 110. Кроме того, в эту ступень входят нагревательные лампы 112 и 112' и по крайней мере один "встроенный" геттеронасосный модуль, такой, как схематически представленные геттеронасосы, обозначенные цифрами 114 и 116. Камера 102 обычно является одной из составляющих многокомпонентной системы для производства полупроводников, в которую входят, помимо всего прочего, различные источники питания, анализаторы, криогенные насосы, плазменные генераторы, низковакуумные насосы, высоковакуумные насосы и контроллеры. Эти другие компоненты, включая их конструкцию, производство и работу, хорошо известны специалистам в этой области.

Используемая в данном описании фраза "встроенный геттеронасос" относится к геттеронасосу, активные элементы которого, то есть активный геттерный материал, физически расположены в том же объеме пространства, в котором осуществляется обработка подложки. Пропускная способность как таковая на участке между "встроенным" геттерным материалом и камерой является очень высокой по сравнению с пропускной способностью связи внешнего насоса с камерой, с запорным клапаном, трубопроводом, горловиной насоса и т.д. Это обеспечивает относительно высокую скорость откачки. Например, в случае "встроенного" геттеронасоса в соответствии с настоящим изобретением можно достигнуть скорости откачки, соответствующей значениям свыше 75% от максимального теоретического значения скорости откачки в случае внешнего геттеронасоса, подключенного к рабочей камере через запорный клапан или другое аналогичное устройство.

Геттеронасосный модуль 114 и/или 116 "активируется" путем нагрева геттерного материала упомянутого геттеронасоса до высокой температуры, например до 450°C . Данная активация геттеронасоса необходима потому, что геттерный материал под воздействием атмосферы становится "пассивированным", и может совмещаться со стадией обезгаживания прогревом при использовании ламп 112 и 112' для обезгаживания камеры прогревом с целью удаления из камеры остаточных газов, влаги и т.д. Однако период обезгаживания прогревом и периоды активации не обязательно должны совпадать.

Продолжая ссылаться на фиг. 1,

приступим к более подробному описанию "встроенных" геттеронасосов 114 и 116. Насосы 114 и 116 преимущественно снабжаются теплозащитными экранами 118 и 126 соответственно. Упомянутые экраны могут быть дополнительно снабжены теплоотражающими стенками 120 и 128 для усиления регенерации геттерных элементов за счет отражения и направления тепла к геттерным элементам. В теплозащитных экранах устанавливаются геттерные узлы 122 и 130, которые, как правило, опираются на опоры, обозначенные цифрами 124 и 132. Геттерный узел 114 является примером "малой" конфигурации, потребность в которой обусловлена ограничениями пространства в рабочей камере. Геттерный модуль 126 является примером "большой" конфигурации, которая обеспечивает относительно более высокую пропускную способность на участке между геттерным узлом 130 и внутренней частью рабочей камеры по причине большего просвета, чем в случае "малой" конфигурации.

Далее геттеронасосы 114 и 116 включают устройство для нагрева в виде нагревателей 134 и/или 134' и 136 и/или 136' соответственно, предназначенные для нагрева геттерного материала до температур, достаточных для "активации" геттерного материала, о чем говорилось выше, и/или для обеспечения управления адсорбционными характеристиками геттерного материала в соответствии с тем, как это хорошо известно специалистам в этой области. В качестве нагревателей 134, 134', 136 и 136' могут использоваться резистивные нагреватели, то есть нагреватели, обеспечивающие нагрев, по крайней мере частично, за счет электрического сопротивления, или нагреватели радиационного типа, то есть нагреватели, обеспечивающие нагрев расположенных поблизости поверхностей за счет теплового излучения. Преимущественно нагреватели 134 и 136 являются резистивными нагревателями, устанавливаемыми через отверстия в геттерных элементах в соответствии с тем, как это более подробно описывается ниже. Следует заметить, что в дополнение к функции нагрева геттерного материала нагреватели 134 и 136 могут также выполнять функцию опоры для геттерных элементов. Нагреватели 134' и 136' являются преимущественно нагревателями радиационного типа и располагаются в непосредственной близости от геттерного материала и стенок теплозащитного экрана. Следует заметить, что нагреватели 134' и 136' могут располагаться в различных точках пространства, ограниченного теплозащитным экраном. Упомянутые нагреватели преимущественно следует устанавливать в местах, из которых упомянутые нагреватели могут обеспечивать эффективный нагрев геттерного материала до требуемых температур без какого-либо значительного отрицательного воздействия на элементы конструкции в пределах рабочей камеры.

"Встроенный" геттеронасос в соответствии с настоящим изобретением показан на фиг. 2 и обозначен цифрой 200. Упомянутый насос включает геттерный узел 202 и теплозащитный экран 214 в форме вытянутого короба, предназначенный для

теплоизоляции геттерного узла от внутренней части камеры технологической обработки полупроводников 102. Хотя упомянутый экран 214 является предпочтительным, от него можно отказаться, если геттерные узлы размещаются другим образом или другим образом экранируются от нагреваемых поверхностей в камере.

Геттерный узел 202 включает множество геттерных элементов 204 в форме дисков, каждый из которых состоит из геттерного материала 206. Упомянутые геттерные элементы преимущественно выполняются с центральными отверстиями, через которые пропускается опорный элемент 210 для обеспечения физической опоры для упомянутых геттерных элементов. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения упомянутые отверстия по сути составляют цилиндрический канал, проходящий через геттерные элементы. Отверстия другой формы должны считаться эквивалентом отверстий упомянутой формы. Опорный элемент 210 может дополнительно включать резистивный элемент 212, пропускаемый через упомянутый опорный элемент для формирования устройства для нагрева геттерных элементов до температуры регенерации помимо более низких температур, при которых геттерный материал удаляет определенные, преимущественно атмосферные, газы, что является общепринятым в данной области. Упомянутый опорный элемент преимущественно выполняется из нержавеющей стали в виде трубчатой цилиндрической конструкции и имеет размер, достаточный для вхождения в соприкосновение с поверхностью упомянутого отверстия с целью обеспечения контакта с геттерными элементами, включая термоконттакт. Упомянутые опорные элементы можно приобрести у различных поставщиков. Опорные элементы, которые можно использовать под устройства для нагрева, предлагаются к широкой продаже фирмой Watlow.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения нагрев геттерного материала осуществляется с помощью нагревателя 210', расположенного в непосредственной близости от геттерного материала. Нагреватель 210' преимущественно является радиационным нагревателем, например кварцевой лампой инфракрасного излучения марки Сильвания, которую можно приобрести у фирмы Osram-Sylvania, Винчестер, штат Кентукки, США. Нагреватель 210' преимущественно излучает тепловую энергию в направлении, по существу параллельном траектории, определяемой упомянутыми осями геттерных элементов, в качестве опоры для которых может служить простой (то есть ненагреваемый) стержень, преимущественно выполняемый из нержавеющей стали. Понятно, что металлический стержень-опора может также передавать тепловую энергию геттерному материалу за счет теплопроводности. Другие варианты компоновки устройств для нагрева нагревателя и геттерных элементов будут вполне понятны специалистам в этой области. Например, геттерные элементы

могут удерживаться другим образом, например за края. В качестве устройства для нагрева может использоваться отдельный, выполненный за одно целое, нагреватель как показано на фиг. 2, или упомянутый нагреватель может состоять из ряда отдельных нагревательных элементов.

Теплозащитный экран 214 имеет наружную поверхность 216, которая эффективно изолирует тепловое излучение от внешних источников тепла в камере, предотвращая его воздействие на геттерные элементы. Упомянутый экран может также иметь теплоотражающую внутреннюю поверхность 218, обращенную к геттерным элементам, функция которой сводится к повышению эффективности регенерации геттерных элементов за счет отражения тепловой энергии обратно на геттерные узлы в процессе их регенерации. Кроме того, внутренняя поверхность упомянутого экрана может также использоваться для предотвращения передачи тепла при регенерации геттерных элементов поверхностям в камере, находящимся за пределами теплозащитного экрана 214. В предпочтительном варианте осуществления изобретения упомянутые экраны выполняются из нержавеющей стали марки 316, отполированной методом электрополировки примерно до чистоты поверхности, соответствующей 25 RA.

Предпочтительный вариант осуществления отдельного геттерного элемента показан на фиг. 3 и обозначен цифрой 300. Данный предпочтительный вариант геттерного элемента состоит из твердого пористого спеченного диска 302 из геттерного материала, причем упомянутый диск снабжен металлической негеттерной втулкой 304, вставленной в отверстие диска, и негеттерным металлическим промежуточным кольцом 306. Упомянутое промежуточное кольцо и втулка определяют размер отверстия 308, которое преимущественно имеет цилиндрическую форму и размер, достаточный для обеспечения контакта с опорным нагревателем. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения и упомянутая втулка, и упомянутое промежуточное кольцо выполняются из титана. Используемый в настоящем описании термин "диск" относится к геттерному элементу по существу с круглым или яйцевидным внешним контуром и площадью рабочей поверхности, превышающей площадь боковой поверхности. Хотя по сути плоский геттерный элемент является предпочтительным по причинам, которые объясняются ниже, случаи отклонения от плоскости геттерного элемента также подпадают под настоящее изобретение.

Термин "сплошной" означает, что в данном случае тело геттерного элемента, такого как элемент, описанный в патенте США под N 5320496, автор Манини и др. (Manini, et al) под названием "Высокопроизводительный геттеронасос" ("High-capacity Getter Pump"), состоит из геттерного материала, и ссылка на упомянутый патент делается для того, чтобы подчеркнуть отличие от других геттерных элементов, в случае которых геттерный материал наносится на поверхность основы. За счет использования сплошного пористого

геттерного диска значительно повышается эффективность откачки и очистки, поскольку адсорбция молекул может наблюдаться и в глубине тела геттерного элемента, а не только на поверхности геттерного элемента, как в случае традиционных геттерных элементов.

Упомянутые геттерные элементы могут выполняться из различных геттерных материалов в зависимости от требуемых технических характеристик. К традиционным геттерным материалам относятся сплавы циркония, ванадия и железа, о чем говорится в патентах США под номерами 3203901, 3820919, 3926832, 4071335, 4269624, 4428856, 4306887, 4312669, 4405487, 4907948 и 5242559, а также в Британском патенте N 1329629, Британской патентной заявке N GB 2077487A и Германском патенте N 2204714, которые включаются в настоящее описание на основании ссылки. Кроме того, помимо других материалов к геттерным материалам относятся титан, гафний, уран, торий, вольфрам, тантал, ниобий, углерод и их сплавы.

К предпочтительному геттерному материалу относится сплав циркония, ванадия и железа с таким весовым составом, что значения в весовых процентах упомянутых трех металлов, будучи графически отображенными на диаграмме трехкомпонентного состава, находятся в пределах треугольника с вершинами в точках, соответствующих а) 75% Zr/20% V/5% Fe; б) 45% Zr/20% V/35% Fe; и в) 45% Zr/50% V/5% Fe. Еще более предпочтительным геттерным материалом является трехкомпонентный сплав, которому соответствует следующий состав в весовых процентах: 70% Zr/ 24,6% V/5,4% Fe; причем такой трехкомпонентный сплав продается под торговой маркой St 707 фирмой SAES GETTERS, S.p.A. Такие материалы описаны в патенте США N 4312669 и Британской патентной заявке N GB 2077487A.

Другой предпочтительный геттерный сплав выполняется из циркония и алюминия, и его состав, выраженный в весовых процентах, примерно соответствует 84% циркония и 16% алюминия. Такой материал продается под фирменным названием St 101^R фирмой SAES GETTERS, S.p.A. Еще одним из предпочтительных геттерных материалов является материал, состоящий из 17% углерода и 83% циркония по весу, который продается фирмой SAES GETTERS, S.p.A. под фирменным названием St 171^R. Кроме того, другим предпочтительным вариантом геттерного материала является сплав, состоящий из 82% циркония, 14,8% ванадия и 3,2% железа по весу, который продается фирмой SAES GETTERS, S.p.A. под фирменным названием St 172. Еще одним предпочтительным геттерным материалом является материал с весовым составом 10% молибдена, 80% титана и 10% гидрида титана (TiH₂), который продается фирмой SAES GETTERS, S.p.A. под фирменным названием St 175. Специалисты в данной области поймут, что состав таких геттерных материалов можно подбирать по аналогии согласно описаниям, приведенным в вышеперечисленных патентах и патентных заявках.

В случае высокопористых геттерных

материалов предпочтение следует отдавать материалам с меньшими порами, поскольку такие материалы, как правило, обладают более высокой адсорбционной способностью. Такие пористые материалы можно изготовить в соответствии с описанием к патенту США N 4428856, в котором описывается процесс изготовления пористых геттерных элементов из порошковых составов с содержанием титана, гидрида титана и тугоплавких металлов из группы, в которую входит вольфрам, молибден, ниобий и тантал; Британская патентная заявка N GB 2077487A, в которой описывается процесс изготовления пористого геттерного материала из смеси циркония и вышеупомянутого трехкомпонентного сплава, и Германский патент N 2204714, в котором описывается процесс изготовления пористого геттерного материала из порошковых смесей циркония и графита.

Предпочтительные геттерные материалы и процессы их изготовления описываются в Британской патентной заявке N GB 2077487A. Упомянутые геттерные материалы выполняются из порошковых смесей циркония и вышеупомянутого трехкомпонентного сплава из расчета соотношения 4 частей циркония на 1 часть трехкомпонентного сплава и 1 части циркония на 6 частей трехкомпонентного сплава по весу. Предпочтительно, чтобы соотношение циркония к трехкомпонентному сплаву находилось в пределах 2:1 и 1:2. Трехкомпонентный сплав можно получить, например, из губчатого циркония и сплава железа и ванадия (который продается фирмой Murex, Великобритания) в плавильной печи путем расплава под пониженным давлением, охлаждения расплава и размола получившегося в результате твердого материала в порошок.

Упомянутые геттерные элементы могут изготавливаться по технологии, согласно которой втулка (описывается ниже) вставляется в форму для геттерного элемента, которая заполняется порошковой смесью упомянутого сплава и циркония, после чего упомянутый материал спекается при температуре примерно 1110 - 1100°C приблизительно в течение 5-10 мин.

На фиг. 4A представлен поперечный разрез геттерного элемента, показанного на фиг. 3 и обозначенного цифрой 400, по линии 4A-4A. Как показано на фиг. 4A, упомянутый геттерный элемент состоит из спеченного диска из геттерного материала 402, причем упомянутый диск снабжен втулкой 404, выполненной не из геттерного материала и размещенной в отверстии диска. Упомянутая втулка выполнена с основанием 406 и центральным отверстием 408. Предпочтительно, чтобы один конец упомянутой втулки был по существу заделан заподлицо с поверхностью диска, а противоположный конец втулки выступал над поверхностью диска. Однако очевидно, что любой из концов или оба конца упомянутой втулки могут выходить за поверхность упомянутого диска.

Диаметр предпочтительного варианта осуществления геттерного элемента согласно настоящему изобретению примерно равен 25,4 мм. Толщина геттерного диска приблизительно равна 1,3 мм.

Предпочтительный вариант упомянутой втулки включает втулку с нижней частью, в основном круглого сечения, диаметром около 8,0 мм и высотой около 0,3 мм, и верхней, идущей от основания частью, в основном круглого сечения, диаметром около 6,0 мм и высотой около 1,7 мм (то есть общая высота втулки приблизительно равна 2,0 мм). Таким образом, в предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения верхняя часть упомянутой втулки выступает из геттерного материала над поверхностью диска примерно на 0,7 мм. Диаметр сквозного отверстия втулки, через которое пропускается нагревательный или опорный элемент, составляет примерно 3,8 мм.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения геттеронасосы имеют множество геттерных дисков, размещаемых друг за другом по осям, определяемым отверстиями в диске. Такой вариант осуществления настоящего изобретения показан на фиг. 4В и обозначен цифрой 480. Как показано на фиг. 4В, упомянутые геттерные элементы состоят из первого диска 453, второго диска 454 и третьего диска 456. Отверстия каждого отдельного диска центруются таким образом, что образуется центральный канал 458. Для максимизации имеющейся площади поверхности желательно укладывать диски таким образом, чтобы втулка любого отдельного диска по существу касалась промежуточного кольца соседнего диска. Таким образом, как показано, втулка 460 диска 452 входит в контакт с промежуточным кольцом 462 диска 454, а втулка 464 диска 454 входит в контакт с промежуточным кольцом 466 диска 456. Понятно, что упомянутые промежуточные кольца обеспечивают зазоры, через которые геттерный материал дисков может взаимодействовать с атмосферой, воздействию которой подвергается геттеронасос. Показанные зазоры 472 и 472' образованы противоположными поверхностями 476 и 478, зазоры 474 и 474' - противоположными поверхностями 480 и 482. Как показано на фиг. 4В, поверхности 484 и 486 с концов блока геттерных элементов являются свободными. Однако обычно для обеспечения большого количества таких зазоров используется много элементов.

Приступим к обсуждению параметров, необходимых для обеспечения оптимальной функции откачки. Специалистам в этой области хорошо известно, что производительность геттеронасоса зависит от расстояния между геттерными элементами. При слишком большом разнесении геттерных элементов молекулы газа проходят между стенками геттерных элементов всего лишь с несколькими столкновениями, а то и без столкновений с геттерным материалом. Данный случай представлен на фиг. 5 и обозначен цифрой 500. В этом случае геттерные элементы 502 и 504 разнесены на расстояние, при котором молекула 506 по мере ее прохождения между дисками по траектории 508 всего лишь несколько раз наталкивается на геттерные элементы и не адсорбируется. И, наоборот, чем ближе геттерные элементы расположены друг к другу, тем молекула чаще сталкивается с поверхностями геттерных элементов, в связи

с чем возрастает вероятность того, что молекула будет поглощена геттерным материалом. Данный случай обозначен на фиг. 5 цифрой 510. В этом случае геттерные элементы 512 и 514 разнесены на расстояние, достаточное для того, чтобы молекула 516 несколько раз натолкнулась на противоположные поверхности геттерных элементов по мере ее прохождения по траектории 518. При каждом столкновении молекулы с поверхностью геттерного элемента существует определенная вероятность поглощения молекулы при ее ударе о поверхность геттерных элементов. Таким образом, чем больше число столкновений молекулы с поверхностью, тем больше вероятность захвата молекулы поверхностью геттерных элементов. Однако если геттерные элементы расположены слишком близко друг к другу (например, если они прилегают друг к другу), то основной газопоглощающей поверхностью становится боковая поверхность диска, которая менее эффективна, чем лицевые поверхности дисков.

Учитывая вышеизложенное, предпочтительные варианты геттерных элементов имеют конструкцию, позволяющую воспользоваться вышеупомянутыми свойствами с целью оптимизации производительности геттерного насоса с помощью различных геометрических схем расположения элементов, см., например, WO 94/02957 - дата публикации 3 февраля 1994 г., Феррано и др., и Техническую записку TR 202 39-го Национального американского симпозиума специалистов по вакуумному оборудованию (1992 год), которая также включена в настоящее описание на основании ссылки. Соответствующие параметры обозначены на фиг. 6А и рассматриваются на примере двух дисков 602 и 604. К соответствующим параметрам относятся радиус диска "D", расстояние между дисками "d" и толщина дисков "t". В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения геттерные элементы могут располагаться веером так, как показано на фиг. 6В под цифрой 610. В этом случае диски 612, 614 и 616 располагаются строго под углом "альфа" друг к другу. Таким образом, расстояние между дисками "d" зависит от угла "альфа" и длины геттерного элемента "l".

Упомянутая зависимость производительности геттерного насоса от расположения и размеров геттерных элементов представлена на фиг. 7 в виде графика 700 зависимости скорости откачки "S" от расстояния между элементами "d", который выведен с помощью экспериментов по определению рабочей характеристики дисков в зависимости от вышеупомянутых параметров. Как ясно из фиг. 7, в случае касания геттерных элементов, то есть при $d = 0$, скорость откачки равна значению "S₁". По мере увеличения расстояния между элементами скорость откачки возрастает, до тех пор пока не достигнет максимума, и с этой точки дальнейшее увеличение расстояния между геттерными элементами ведет к уменьшению числа "отражений" молекулы при прохождении между дисками; при этом возрастает вероятность свободного прохождения молекулы между поверхностями

дисков. При значительном увеличении расстояния между соседними геттерными элементами скорость откачки может упасть ниже значения, соответствующего случаю, когда все геттерные элементы соприкасаются друг с другом. Оптимальное значение расстояния между дисками можно определить с помощью построения графика зависимости скорости откачки от расстояния между дисками и определения максимального значения получающегося в результате распределения. В случае геттерных элементов в форме диска диаметром 25,0 мм оптимальное расстояние между элементами в расчете на откачку H_2 , который является самой распространенной газообразной примесью в производстве полупроводников, составляет примерно 0,7 мм. Понятно, что для откачки других газообразных примесей, помимо H_2 , оптимальным может являться другое значение расстояния между дисками.

Предпочтительный вариант осуществления настоящего изобретения с использованием вышеупомянутой зависимости между расстоянием между элементами и скоростью откачки представлен на фиг. 8 и обозначен цифрой 800. В этом случае противоположные поверхности соседних геттерных элементов не идут параллельно друг другу относительно осей, определяемых отверстиями элементов 804, причем вышеупомянутые отверстия отцентрованы по оси, параллельной нагревательному элементу 802. Из фиг. 8 ясно, что оси элементов 804 расположены таким образом, что плоские поверхности 806 и 808 не являются перпендикулярными оси, определяемой упомянутыми отверстиями. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения отверстия соседних геттерных элементов наклонены к упомянутой оси под противоположными углами, так что соседние геттерные элементы составляют форму, напоминающую часть буквы "V".

На фиг. 9 представлен другой вариант осуществления настоящего изобретения, в котором соседние геттерные элементы 902 выполняются с втулками 904, отверстия которых по существу перпендикулярны их общей оси. В данном варианте осуществления настоящего изобретения поверхности соседних геттерных элементов наклонены относительно оси, образованной их отверстиями. В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения противоположные поверхности геттерных элементов, в общем обозначенных цифрами 908 и 910, наклонены относительно упомянутой оси под противоположными углами. Такое расположение элементов обеспечивает равномерное уменьшение расстояния между элементами при продвижении от внешних краев геттерных элементов в направлении к их втулкам. Предпочтительные значения упомянутых углов и расстояний приводятся в работе Бризащера и др., опубликованной в издании "Сверхчистые технологии" (Ultra Clean Technology), 1 (1):49-57 (1990), которая включена в настоящее описание на основании ссылки.

Некоторые варианты осуществления настоящего изобретения включают прямые и искривленные сегменты геттеронасоса в соответствии с требованиями, налагаемыми

ограниченным пространством, что характерно для рабочих камер в производстве полупроводников. Как показано на фиг. 10 и обозначено цифрой 1000, рабочая камера со стенкой 1002, нагревательными лампами 1006 и 1008 и распылительной ступенью 1004 снабжена геттерным насосом 1010 с геттерными элементами 1012, опорой для которых служит нагреватель 1014. Упомянутый геттерный насос 1010 включает в себя искривленную 1018 и прямую 1020 части, что позволяет обеспечить размещение геттерного насоса в непосредственной близости от распылительной ступени 1004. Специалистам в данной области будет понятно, что при размещении геттерного насоса в непосредственной близости от упомянутой ступени повышается эффективность откачки неинертных газов с целью обеспечения низкого парциального давления примесей вблизи обрабатываемой подложки, в случае чего такое парциальное давление является очень важным фактором.

Далее специалистам в данной области станет ясно, что при размещении геттеров в вытянутый экран в виде короба, как показано на фиг. 2, возможно неравномерное воздействие на геттерные элементы атмосферы камеры, причем в этом случае геттерные элементы, расположенные ближе к отверстию экрана, испытывают более сильное воздействие атмосферы камеры по сравнению с той частью геттерных элементов, которые расположены ближе к внутренней поверхности экранов. Поэтому при таком расположении сорбционная способность упомянутых геттерных элементов может недоиспользоваться.

Вариант осуществления геттерных сегментов в соответствии с настоящим изобретением, в значительной мере устраняющий эту проблему, показан на фиг. 11 и обозначен цифрой 1100. В этом варианте вал 1102 электродвигателя 1106 соединен с магнитным устройством связи 1108, расположенным с наружной стороны стенки камеры 1105. Второе магнитное устройство связи 1110 расположено с другой (внутренней) стороны стенки камеры 1105. Упомянутое магнитное устройство связи 1110 подсоединяется к опорному нагревателю 1126 при помощи коннектора 1112. Альтернативно помимо опорного нагревателя 1126 можно использовать другой нагреватель (не показан), который является внешним по отношению к упомянутым геттерным элементам.

В данном альтернативном варианте осуществления настоящего изобретения геттерный модуль геттеронасоса 1107 состоит из множества звездообразных геттерных узлов 1114, причем каждый такой узел снабжен втулкой с центральным отверстием и состоит из множества геттерных элементов 1116, 1118, 1120, 1122 и 1124, расходящихся лучами от упомянутой втулки. Упомянутые геттерные элементы в данном конкретном варианте осуществления настоящего изобретения имеют по существу форму лопасти, то есть геттерные элементы имеют по существу прямоугольное или веерообразное поперечное сечение по оси, длина которой превышает значение ширины или глубины геттерного элемента. Упомянутые геттерные узлы поддерживаются

нагревателем 1126, вращающимся в указанном направлении.

Специалистам в данной области ясно, при таком варианте осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 12 и обозначено цифрой 1200, повышается коэффициент использования геттерных элементов. В этом случае насос с вращающимся геттером 1202 помещается внутрь экрана 1204. Как показано на фиг. 12, геттерные элементы 1207 расположены в непосредственной близости от отверстия экрана 1204. При вращении относительно центральной втулки 1210 за счет использования электродвигателя 1212 менее задействованные геттерные элементы 1208 перемещаются в направлении к отверстию в экране, тогда как более подвергшиеся воздействию атмосферы геттерные элементы 1207 перемещаются к задней части упомянутого экрана. Таким образом геттерные элементы используются более равномерно.

Вновь ссылаясь на фиг. 2, заметим, что в предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения теплозащитный экран предусматривается для обеспечения теплоизоляции геттерного насоса от теплового излучения нагревательных ламп, используемых для удаления остаточных газов с поверхностей стенок и других составных частей рабочей камеры прогрева, и, наоборот, для обеспечения защиты упомянутых составных частей камеры от тепла, исходящего от геттерного насоса в процессе регенерации геттерных элементов.

Теперь вновь обратимся к фиг. 13, на которой представлен теплозащищенный геттерный насос, обозначенный цифрой 1300. Упомянутый теплозащищенный геттерный насос включает теплозащитный экран 1306 в форме короба, который защищает геттерные элементы 1304 на опоре 1314. Теплозащитный экран преимущественно имеет наружную поверхность 1306 и теплоотражающую внутреннюю поверхность 1308, обращенную к геттерным элементам 1304. В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения теплозащитный экран обычно выполняется с полем, обозначенным цифрой 1312. В вышеупомянутом теплозащитном экране предусматривается отверстие, обозначенное цифрой 1316, для обеспечения возможности взаимодействия атмосферы в рабочей камере и геттерных элементов. Упомянутые экраны преимущественно выполняются из подходящего теплоотражающего материала, включая, но не ограничиваясь, такой материал, как "нержавеющая сталь марки 316", причем для усиления отражательной способности экранов внутренняя поверхность упомянутых экранов может облицовываться или покрываться гальваническим покрытием из такого материала, как никель. Альтернативно упомянутый экран может подвергаться полировке или электрополировке для усиления его отражательной способности, уменьшения пористости (в связи с чем уменьшается способность экранов адсорбировать газы и влагу) и минимизации загрязнения частицами. В центральную втулку 1320 вставляется опорный нагреватель 1322. По необходимости можно использовать внешний

нагреватель 1322'.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения теплозащитный экран, имеющий стационарную конструкцию в форме вытянутого короба, может крепиться к одной или несколькими поверхностям внутренней части камеры. В одних вариантах осуществления настоящего изобретения геттерные элементы могут распределяться равномерно между верхней частью, боковыми частями и нижней частью теплозащитного экрана. Такой вариант обычно упоминается как "малая" структура, о которой говорилось выше. В других вариантах осуществления изобретения расстояние между геттерными элементами и полом теплозащитной структуры может быть больше расстояния между геттерными элементами и остальными сторонами теплозащитного экрана. Такие варианты обычно называются "большой" конструкцией, о чем также говорилось выше. Этим вариантам соответствует обозначение "1" на фиг. 13. Преимущественно "1" примерно равно 0 в случае "малой" конфигурации и примерно 13-25 мм в случае "большой" конфигурации.

Второй вариант осуществления настоящего изобретения с подвижным экраном показан на фиг. 14А и 14В. Такой подвижный экран позволяет минимизировать потери пропускной способности в связи с тем, что все геттерные элементы могут взаимодействовать с атмосферой камеры по сути одновременно, и к тому же позволяет по необходимости заблокировать геттерные элементы с целью обеспечения их регенерации, проведения технического обслуживания системы, в процессе обезгаживания нагревом и т.д. На фиг. 14А такой вариант осуществления настоящего изобретения с подвижным экраном (1400) показан в положении с закрытым экраном, то есть все элементы 1402, 1404 и 1406 упомянутого экрана закрывают геттерные элементы. Упомянутые элементы экрана вращаются относительно втулки 1408, которая опирается на опору 1410. И вновь элементы подвижного экрана преимущественно выполняются из нержавеющей стали.

На фиг. 14В показан случай с открытым экраном (1420), когда геттерный элемент 1422 по сути подвергается воздействию атмосферы камеры. Здесь также показан механизм открывания и закрывания экрана. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения механизм открывания и закрывания упомянутого экрана состоит из гибкой трубки 1424 с кольцом 1426, подключенной к однопутевому клапану 1428. Упомянутое кольцо шарнирно соединено с ближайшим концом стержня 1429, причем упомянутый стержень подвижно соединен с выполненной с прорезью выступающей частью механизма 1430, по прорези которой и перемещается противоположный конец упомянутого стержня. Зубчатая часть механизма 1430 входит в зацепление с зубчатым колесом меньшего размера (не показано), которое связано с экранами 1402, 1404 и 1406. При заполнении упомянутой трубки газом трубка выпрямляется, хомут 1426 приподнимается, заставляя поворачиваться механизм 1430, что в свою очередь приводит к большому

повороту малого зубчатого колеса, в связи с чем упомянутые экраны начинают вращаться относительно втулки 1408 и закрываются. И, наоборот, когда газ из трубки выходит, трубка приходит в изогнутое положение, опуская кольцо 1426, что заставляет зубчатые колеса поворачиваться в противоположном направлении, в связи с чем экраны открываются. Таким образом, может быть обеспечено дистанционное управление работой экранированного геттерного насоса. Однако следует заметить, что такого срабатывания можно добиться и с помощью других различных механических, электрических, гидравлических и/или пневматических механизмов.

Другой пример только что описанного варианта осуществления настоящего изобретения показан на фиг. 15 и обозначен цифрой 1500. Здесь показан экранированный геттерный насос 1502, в частичном вырезе которого (1504) также показаны геттерные элементы 1506 и нагревательный элемент 1508. Газ, подаваемый для обеспечения срабатывания механизма открывания и закрывания упомянутого экрана, обозначен цифрой 1512. Цифрой 1514 также обозначен газ (преимущественно азот), подаваемый для обеспечения положительного перепада давления относительно атмосферного давления газа в камере. Упомянутыми газами, подаваемыми к геттерному насосу, преимущественно являются инертные газы или азот. При такой конфигурации подвижный экран можно закрыть, и при помощи продувки азотом изолировать геттерные элементы от воздействия окружающей среды. Азот также является предпочтительным газом для обеспечения защиты поверхностей геттерных элементов от воздействия агрессивных газов, таких как кислород, "пассивирующим слоем", поскольку азотный слой легко удаляется с геттерных элементов прогревом (то есть регенерацией). В частности, это важно обеспечить в процессе технического обслуживания и ремонта системы, когда камера сообщается с атмосферой, поскольку при обеспечении такой защиты геттерных элементов увеличивается срок их службы.

Еще один вариант осуществления настоящего изобретения показан на фиг. 16 и обозначен цифрой 1600. В этом случае геттерные узлы 1602 и 1604, состоящие из множества геттерных дисков 1606, каждый из которых снабжен втулкой, такой как втулка 1608, размещаются над и под расположенным в непосредственной близости нагревателем 1610. Упомянутые геттерные узлы, входящие в их состав геттерные диски и нагреватель по существу являются такими же, как это уже описывалось при ссылке на фиг. 2. Опоры для геттерных узлов 1602 и 1604 и нагревателя 1610 не показаны.

Рядом с упомянутыми геттерными узлами и нагревателем размещается конструкция фокусирующего экрана 1612, состоящая из опорных элементов 1614, 1616 и 1618, которые в совокупности составляют опору фокусного экрана 1620. Упомянутая конструкция фокусирующего экрана выполняется из таких же материалов, что и описанного выше теплозащитного экрана 214. Фокусирующий экран 1620 имеет теплоотражающую поверхность,

располагаемую рядом с нагревателем 1610, и размеры, необходимые для отражения тепловой энергии, излучаемой упомянутым нагревателем, на геттерные диски геттерных узлов 1602 и 1604. В одном варианте осуществления настоящего изобретения фокусирующий экран выполняется из нержавеющей стали, такой как "нержавеющая сталь марки 316". Упомянутый фокусирующий экран может также покрываться материалом с высокой отражательной способностью (например, никелем) и подвергаться электрополировке до чистоты поверхности 25 RA.

Упомянутый фокусирующий экран может иметь по существу плоскую прямоугольную поверхность или ему может придаваться форма, повышающая эффективность передачи тепла от нагревателя упомянутым геттерным дискам. Например, фокусирующий экран может иметь полностью или частично выпуклую поверхность или выполняться с гранями с выпуклой стороны фокусирующего экрана, направленного на нагреватель и геттерные диски, для усиления нагрева геттерного материала для активации. Из предшествующего обсуждения пропускной способности и взаимодействия со средой можно понять, что вариант осуществления настоящего изобретения, представленный на фиг. 16, обладает преимуществом, заключающимся в высокой пропускной способности - порядка 80-90% - вследствие относительно открытой конструкции узла фокусирующего экрана; к тому же расположение фокусирующего экрана вблизи устройства для нагрева и геттерных дисков обеспечивает передачу тепловой энергии дискам в объеме, достаточном для эффективной активации геттерного материала.

Помимо упомянутого конкретного варианта осуществления настоящего изобретения, представленного на фиг. 16, настоящее изобретение охватывает и другие варианты осуществления изобретения с использованием секции фокусирующего экрана, показанной на фиг. 16. В одном таком варианте осуществления настоящего изобретения геттерные узлы и устройство для нагрева располагаются между двумя секциями фокусирующих экранов, устанавливаемыми по сути симметрично, для увеличения количества тепловой энергии, отражаемой на геттерный материал. Такой "симметричный" вариант можно обобщить до случая формирования "блоков" из геттеронасосов, в которых секции фокусирующих экранов располагаются с обращением к друг к другу обратными сторонами, при этом геттерные узлы и нагревательные элементы размещаются между противоположными лицевыми поверхностями фокусирующих экранов. В качестве другого варианта несколько геттерных узлов и устройств для нагрева могут укладываться штабелем в чередующемся порядке, так что укладываемые в штабель фокусирующие экраны по существу располагаются напротив устройств для нагрева. Такой вариант может использоваться в случаях ограниченного пространства по горизонтали и достаточного пространства по вертикали. Специалистам в данной области ясно, что возможны и другие

еще более удобные схемы расположения.

Секция фокусирующего экрана в соответствии с настоящим изобретением может также успешно использоваться в вариантах осуществления настоящего изобретения, предполагающих более длительное воздействие атмосферы рабочей камеры на геттерные узлы и устройства для нагрева в дополнение к теплозащитному экрану, показанному на фиг. 2 под номером 214 (и, следовательно, обеспечивать более высокие значения скорости откачки). Один такой вариант, обозначенный цифрой 1700, показан на фиг. 17. В этом случае по сути "L-образный" экран 1701, состоящий из теплоизолирующей стенки 1702 и теплоизолирующего пола 1703, предусматривается для геттерных узлов 1602 и 1604 и устройство для нагрева в виде нагревателя 1610, которые подвешиваются на опорных элементах 1704, 1706 и 1708 соответственно. Секция фокусирующего экрана устанавливается таким образом, что отражающая поверхность фокусирующего экрана 1602 находится по существу напротив нагревателя 1610 и отражает тепловую энергию, излучаемую нагревателем на геттерный материал геттерных узлов 1602 и 1604. Однако стенка L-образного экрана 1702 препятствует существенной передаче тепла остальным элементам рабочей камеры и может служить в качестве отражателя тепловой энергии, исходящей от нагревателя, в сторону геттерных узлов, находящихся на некотором удалении от фокусирующей секции экрана 1620. В одном варианте осуществления настоящего изобретения внутренняя поверхность стенки 1702 (то есть поверхность стенки, обращенная к нагревателю, и геттерным узлам) обладает по существу такой же отражательной способностью, что и фокусирующий экран.

Специалистам в данной области понятно, что настоящее изобретение может быть осуществлено в других вариантах, аналогичных варианту, представленному на фиг. 17. Например, пол L-образного экрана может быть опущен, так что остается только стенка 1702. Кроме того, могут предусматриваться другие опорные элементы для геттерных узлов и/или нагреватель, отличающиеся от конструкции крепления к стенке 1702. В одном возможном варианте осуществления настоящего изобретения фокусирующий экран 1620 может крепиться ко второй теплоизолирующей стенке, которая по сути тождественна стенке 1702, но устанавливается напротив последней с целью получения экрана "U-образной формы". В другом альтернативном варианте осуществления настоящего изобретения теплоизолирующая стенка 1702 используется без секции фокусирующего экрана 1612 для предотвращения значительного нагрева рабочей камеры за пределами геттерного насоса нагревателем 1610. Еще в одном альтернативном варианте осуществления настоящего изобретения нагреватель 1610 снабжен отражающим покрытием для направления теплового излучения от упомянутого нагревателя на геттерный материал. Такой нагревательный элемент может использоваться в вариантах осуществления настоящего изобретения без вышеупомянутого фокусирующего экрана

поскольку за счет отражательной характеристики ламп тепловую энергию от нагревателя можно направить на геттерный материал.

Таким образом, очевидно, что настоящее изобретение в основном имеет отношение к оборудованию и методам обеспечения высокого вакуума. С помощью метода и оборудования согласно настоящему вышеописанному изобретению можно более эффективно, чем ранее, как с экономической, так и технической точки зрения, обеспечивать высокий вакуум уровней, необходимых для рабочих камер в полупроводниковой промышленности.

Хотя настоящее изобретение описывается на основе ссылок на конкретные примеры и варианты осуществления настоящего изобретения, специалистам в данной области понятно, что можно прибегнуть к альтернативным вариантам осуществления настоящего изобретения, не отступая от сути и духа настоящего изобретения. Поэтому оговаривается, что последующие заявки следует интерпретировать в свете истинного духа и сути настоящего изобретения.

Формула изобретения:

1. Геттеронасос, включающий корпус, образующий камеру насоса с размещенными в нем геттерным элементом и устройством для нагрева, причем геттерный элемент установлен в корпусе на опорном элементе, отличающийся тем, что геттерный элемент выполнен в виде множества сплошных геттерных элементов из пористого спеченного геттерного материала, в каждом из которых выполнено сквозное отверстие, и опорный элемент выполнен нетеплоизолирующим и размещен в сквозных отверстиях геттерных элементов с возможностью термодаточного контакта.

2. Геттеронасос по п.1, отличающийся тем, что каждый геттерный элемент геттеронасоса снабжен втулкой, вставленной в вышеупомянутое сквозное отверстие, причем через отверстие каждой из вышеупомянутых втулок пропускается вышеупомянутый опорный элемент.

3. Геттеронасос по п.2, отличающийся тем, что упомянутый опорный элемент имеет трубчатую конструкцию, тогда как отверстия в вышеупомянутых втулках являются цилиндрическими.

4. Геттеронасос по п.3, отличающийся тем, что также предусматриваются промежуточные кольца, входящие в контакт с упомянутым опорным элементом и размещаемые между соседними геттерными элементами.

5. Геттеронасос по п.4, отличающийся тем, что упомянутое промежуточное кольцо выполнено зацело с упомянутой втулкой.

6. Геттеронасос по п.5, отличающийся тем, что упомянутая втулка и промежуточное кольцо выполнены из материала, по преимуществу состоящего из титана.

7. Геттеронасос по п.2, отличающийся тем, что устройство для нагрева объединено с опорным элементом и выполнено с возможностью нагрева геттерного элемента до температуры регенерации.

8. Геттеронасос по п.2, отличающийся тем, что вышеупомянутый геттерный материал соответствует составу 82% Zr, 14,8 V и 3,2 Fe по весу и имеет температуру регенерации примерно свыше 400°C.

9. Геттеронасос по п.2, отличающийся тем,

что вышеупомянутый геттерный материал соответствует составу 84% Zr и 16% Al по весу и имеет температуру регенерации примерно свыше 600°C.

10. Геттеронасос по п.2, отличающийся тем, что вышеупомянутый геттерный материал соответствует составу 17% углерода и 83% циркония по весу.

11. Геттеронасос по п.2, отличающийся тем, что вышеупомянутый геттерный материал соответствует составу 10% молибдена, 80% титана и 10% гидрида титана по весу.

12. Геттеронасос, включающий корпус, образующий камеру насоса с размещенными в нем геттерным элементом и устройством для нагрева, причем геттерный элемент установлен в корпусе на опорном элементе, отличающийся тем, что геттерный элемент выполнен в виде множества геттерных элементов со сквозными отверстиями в каждом из них, а устройство для нагрева размещено в непосредственной близости от геттерных элементов и снабжено теплозащитным экраном, по крайней мере частично окружающим геттерные элементы и расположенным от последних в непосредственной близости.

13. Геттеронасос по п.12, отличающийся тем, что в качестве вышеупомянутого устройства для нагрева вышеупомянутых геттерных элементов используется резистивный нагревательный элемент.

14. Геттеронасос по п.13, отличающийся тем, что устройство для нагрева установлено в отверстиях геттерных элементов с обеспечением нагрева геттерных элементов и опорного элемента.

15. Геттеронасос по п.12, отличающийся тем, что в качестве устройства для нагрева используется нагреватель радиационного типа.

16. Геттеронасос по п.12, отличающийся тем, что вышеупомянутые геттерные элементы по существу имеют форму диска и устройство для нагрева имеет вытянутую трубчатую конструкцию.

17. Геттеронасос по п.16, отличающийся тем, что вышеупомянутые геттерные элементы представляют собой пористые спеченные диски из геттерного материала и снабжены центрально расположенной втулкой, выполненной не из геттерного материала.

18. Геттеронасос по п.14, отличающийся тем, что устройство для нагрева по сути является прямым по большей части его длины.

19. Геттеронасос по п.14, отличающийся тем, что устройство для нагрева является искривленным по большей части его длины.

20. Геттеронасос по п.12, отличающийся тем, что вышеупомянутый теплозащитный экран является неподвижным.

21. Геттеронасос по п.20, отличающийся тем, что вышеупомянутый неподвижный теплозащитный экран имеет отражающую поверхность, обращенную к геттерным элементам.

22. Геттеронасос по п.21, отличающийся тем, что вышеупомянутый неподвижный теплозащитный экран имеет форму вытянутого короба и открыт по крайней мере с одной стороны.

23. Геттеронасос по п.12, отличающийся

тем, что теплозащитный экран выполнен по крайней мере с одной подвижной секцией.

24. Геттеронасос по п.23, отличающийся тем, что он снабжен механизмом приведения теплозащитного экрана в открытое положение, обеспечивающее воздействие атмосферы камеры насоса на геттерные элементы, и в закрытое положение, обеспечивающее изоляцию геттерных элементов от воздействия атмосферы камеры.

25. Геттеронасос по п.24, отличающийся тем, что теплозащитный экран также включает внутреннюю отражающую поверхность, обращенную к геттерным элементам.

26. Геттеронасос по п.24, отличающийся тем, что вышеупомянутый механизм приведения в движение теплозащитного экрана состоит из гибкой трубки, предназначенной для заполнения газом и соединенной с теплозащитным экраном таким образом, что при заполнении вышеупомянутой трубки газом теплозащитный экран переходит из открытого положения в закрытое положение, а при выходе газа из вышеупомянутой трубки теплозащитный экран переходит из закрытого положения в открытое положение.

27. Геттеронасос по п.26, отличающийся тем, что он включает также механизм зубчатой передачи, который связывает теплозащитный экран и вышеупомянутую гибкую трубку и предназначен для приведения теплозащитного экрана в открытое и закрытое положения при заполнении гибкой трубки газом или при выпуске газа из вышеупомянутой трубки соответственно.

28. Геттеронасос по п.24, отличающийся тем, что он также снабжен устройством для подачи к вышеупомянутому насосу инертного газа, так что когда вышеупомянутый экран находится в закрытом положении, вышеупомянутые геттерные элементы находятся под воздействием положительного перепада давления упомянутого инертного газа относительно атмосферного давления за пределами вышеупомянутого геттеронасоса.

29. Геттеронасос, включающий корпус, образующий камеру насоса с размещенными в нем геттерным элементом и устройством для нагрева, причем геттерный элемент установлен в корпусе на опорном элементе, отличающийся тем, что геттерный элемент выполнен по меньшей мере в виде одного геттерного узла, опирающегося на опорный элемент и включающего втулку с центральным отверстием, и множество геттерных элементов, расходящихся от втулки по существу в радиальном направлении, а опорный элемент выполнен нетеплоизолирующим и размещен в отверстии втулки с возможностью термодатчика с геттерными элементами.

30. Геттеронасос по п.29, отличающийся тем, что в нем также предусматривается теплозащитный экран, окружающий по крайней мере частично, вышеупомянутые геттерные элементы.

31. Геттеронасос по п.30, отличающийся тем, что в нем вышеупомянутый теплозащитный экран имеет форму вытянутого короба.

32. Геттеронасос по п.29, отличающийся тем, что в нем также предусматривается

электродвигатель для вращения вышеупомянутого множества геттерных элементов.

33. Геттеронасос по п.32, отличающийся тем, что вышеупомянутый электродвигатель подсоединен к вышеупомянутому опорному элементу.

34. Геттеронасос по п.33, отличающийся тем, что вышеупомянутый электродвигатель снабжен магнитным механизмом привода так, что вышеупомянутый электродвигатель выведен за пределы вышеупомянутой камеры.

35. Геттеронасос, включающий корпус с размещенным в нем геттерным элементом и устройством для нагрева, причем геттерный элемент установлен в корпусе на опорном элементе, отличающийся тем, что геттерный элемент выполнен в виде множества геттерных элементов, каждый из которых имеет сквозное отверстие, при этом соединение осей этих сквозных отверстий образует осевой элемент, причем противоположные поверхности соседних геттерных элементов не параллельны друг другу, а опорный элемент выполнен нетеплоизолирующим и расположен в отверстиях с возможностью термоконтакта с геттерными элементами вдоль вышеуказанного осевого элемента.

36. Геттеронасос по п.35, отличающийся тем, что каждый геттерный элемент имеет поверхность, составляющую плоскость, не перпендикулярную вышеупомянутому осевому элементу.

37. Геттеронасос по п.36, отличающийся тем, что в нем отверстия соседних геттерных элементов расположены по отношению к вышеупомянутому осевому элементу под противоположными углами.

38. Геттеронасос по п.35, отличающийся тем, что вышеупомянутое отверстие перпендикулярно вышеупомянутой оси и вышеупомянутые поверхности соседних геттерных элементов наклонены под противоположными углами.

39. Система для технологической обработки полупроводников, содержащая рабочую камеру и расположенный в ней "встроенный" геттеронасос, включающий геттерный элемент, установленный на опорном элементе, и устройство для нагрева, отличающаяся тем, что каждый из которых выполнен со сквозным отверстием, а опорный элемент расположен в указанных отверстиях.

40. Система для технологической обработки полупроводников по п.39, отличающаяся тем, что в ней упомянутые геттерные элементы представляют собой пористые спеченные диски из геттерного материала.

41. Система для технологической обработки полупроводников по п.40, отличающаяся тем, что в ней вышеупомянутые геттерные элементы снабжены втулкой, вставленной в геттерных элементах, причем через каждое отверстие такой втулки пропускается вышеупомянутый опорный элемент.

42. Система для технологической обработки полупроводников по п.41, отличающийся тем, что в ней предусматривается промежуточное кольцо, входящее в контакт с вышеупомянутым опорным элементом, которое

устанавливается между соседними геттерными элементами.

43. Система для технологической обработки полупроводников по п.42, отличающаяся тем, что в ней упомянутое промежуточное кольцо выполнено зацело с упомянутой втулкой.

44. Система для технологической обработки полупроводников по п.43, отличающаяся тем, что вышеупомянутая втулка и промежуточное кольцо выполнены из материала, по существу состоящего из титана.

45. Система для технологической обработки полупроводников по п.39, отличающаяся тем, что устройство для нагрева объединено с опорным элементом и выполнено с возможностью нагрева геттерных элементов до температуры регенерации.

46. Система для технологической обработки полупроводников по п.39, отличающаяся тем, что вышеупомянутый геттерный материал соответствует составу 82% Zr, 14,8% V и 3,2 Fe по весу и имеет температуру регенерации примерно выше 400°C.

47. Система для технологической обработки полупроводников по п.39, отличающаяся тем, что вышеупомянутый геттерный материал соответствует составу 84% Zr и 16% Al по весу и имеет температуру регенерации примерно выше 600°C.

48. Система для технологической обработки полупроводников по п.39, отличающаяся тем, что вышеупомянутый геттерный материал соответствует составу 17% углерода и 83% циркония по весу.

49. Система для технологической обработки полупроводников по п.39, отличающаяся тем, что вышеупомянутый геттерный материал соответствует составу 10% молибдена, 80% титана и 10% гидрида титана по весу.

50. Система для технологической обработки полупроводников по п.39, отличающаяся тем, что в ней также предусматривается теплозащитный экран, окружающий, по крайней мере частично, вышеупомянутые геттерные элементы.

51. Система для технологической обработки полупроводников по п.50, отличающаяся тем, что вышеупомянутый экран представляет собой неподвижный экран в форме вытянутого короба, открытого по крайней мере с одной стороны.

52. Способ технологической обработки подложки, включающий размещение подложки в рабочую камеру, включающую "встроенный" геттеронасос, герметизацию камеры и обработку подложки в рабочей камере в процессе откачки рабочей камеры при помощи "встроенного" геттеронасоса, отличающийся тем, что для обработки подложки используют геттеронасос со множеством геттерных элементов, пропускная способность которого превышает 75% пропускной способности рабочей камеры.

53. Способ технологической обработки подложки по п.52, отличающийся тем, что перед обработкой подложки в рабочей камере геттеронасос теплоизолируют от внутренней поверхности рабочей камеры и нагревают внутреннюю часть камеры до температуры, обеспечивающей эффективное

обезгаживание камеры прогревом.

54. Способ технологической обработки подложки по п.52, отличающийся тем, что перед обработкой подложки в рабочей камере геттеронасос теплоизолируют от внутренней поверхности рабочей камеры и нагревают геттерные элементы до температуры, обеспечивающей эффективную регенерацию сорбционной способности вышеупомянутых геттерных элементов.

55. Подложка, выполняемая с помощью способа по п.52.

56. Способ откачки камеры, включающий размещение подложки в рабочую камеру, включающую "встроенный" геттеронасос с устройством для нагрева, герметизацию камеры для защиты от воздействия внешней атмосферы и обработку подложки в рабочей камере при помощи "встроенного" геттеронасоса, отличающийся тем, что откачка вышеупомянутой камеры до первого значения давления производится с помощью первого насоса; откачка вышеупомянутой камеры осуществляется с помощью "встроенного" геттеронасоса, состоящего из множества сплошных пористых геттерных элементов, опорой для которых служит устройство для нагрева, причем пропускная способность вышеупомянутого "встроенного" геттеронасоса соответствует значению свыше 75% объема, подлежащего откачке.

57. Способ откачки камеры по п.56, отличающийся тем, что используются в качестве вышеупомянутых геттерных элементов, как правило, геттерные диски с центральными отверстиями, через которые пропускается вышеупомянутое устройство для нагрева.

58. Способ откачки камеры по п.57, отличающийся тем, что используются вышеупомянутые геттерные элементы со втулкой, входящей в контакт с вышеупомянутым устройством для нагрева.

59. Геттеронасос, включающий корпус, образующий камеру насоса с размещенными в нем геттерным элементом и устройством для нагрева, причем геттерный элемент установлен в корпусе на опорном элементе, отличающийся тем, что геттерный элемент состоит из множества сплошных пористых геттерных элементов, выполненных из пористого спеченного материала, устройство для нагрева установлено в непосредственной близости от геттерных элементов для их нагрева, причем геттерные элементы и устройство для нагрева, по крайней мере частично, экранируются теплозащитным экраном, при этом стенки вышеупомянутого экрана располагаются в непосредственной

близости к геттерным элементам и устройству для нагрева, и геттеронасос обладает по крайней мере 75% пропускной способностью по отношению к приближенному откачиваемому объему.

60. Геттеронасос по п.59, отличающийся тем, что в качестве устройства для нагрева используется резистивный нагревательный элемент.

61. Геттеронасос по п.60, отличающийся тем, что в нем каждый из вышеупомянутых геттерных элементов выполнен со сквозным отверстием и через каждое из упомянутых отверстий пропускается вышеупомянутый резистивный нагревательный элемент, являющийся вместе с тем опорным элементом.

62. Геттеронасос по п.59, отличающийся тем, что в нем в качестве устройства для нагрева используется нагреватель радиационного типа.

63. Геттеронасос, включающий корпус, образующий камеру насоса с размещенными в нем геттерным элементом и устройством для нагрева, причем геттерный элемент установлен в корпусе на опорном элементе, отличающийся тем, что геттерный элемент состоит из множества сплошных пористых геттерных элементов из пористого спеченного геттерного материала, устройство для нагрева установлено в непосредственной близости к вышеупомянутым геттерным элементам для обеспечения их нагрева и к фокусирующему экрану, отражающему тепловую энергию, излучаемую устройством для нагрева на геттерные элементы, при этом геттеронасос обладает по крайней мере 75% пропускной способностью по отношению к приближенному значению откачиваемого объема.

64. Геттеронасос по п.63, отличающийся тем, что вышеупомянутые геттерные элементы и устройство для нагрева крепятся к теплоизолирующей стенке.

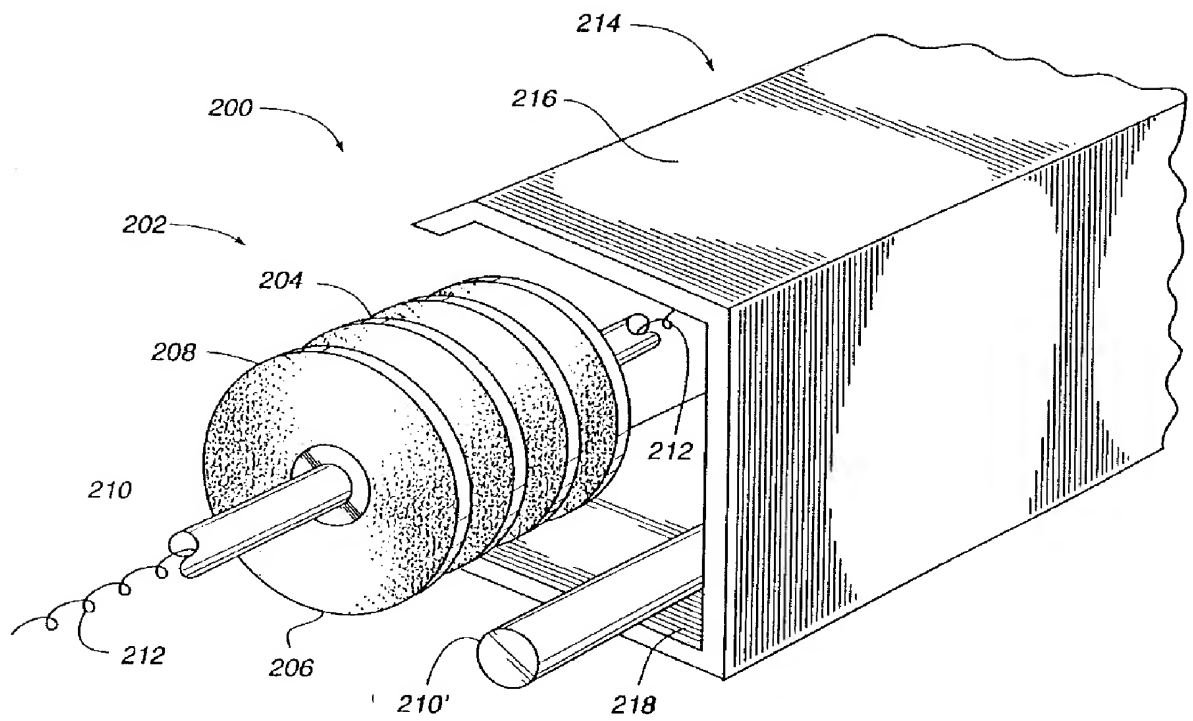
65. Геттеронасос по п.64, отличающийся тем, что фокусирующий экран имеет L-образную форму и вышеупомянутая теплоизолирующая стенка является частью фокусирующего экрана.

66. Геттеронасос по п.64, отличающийся тем, что поверхность теплоизолирующей стенки, обращенная к устройству для нагрева, является теплоотражающей, так что тепловая энергия, исходящая от устройства для нагрева, отражается от теплоотражающей стенки на геттерные элементы.

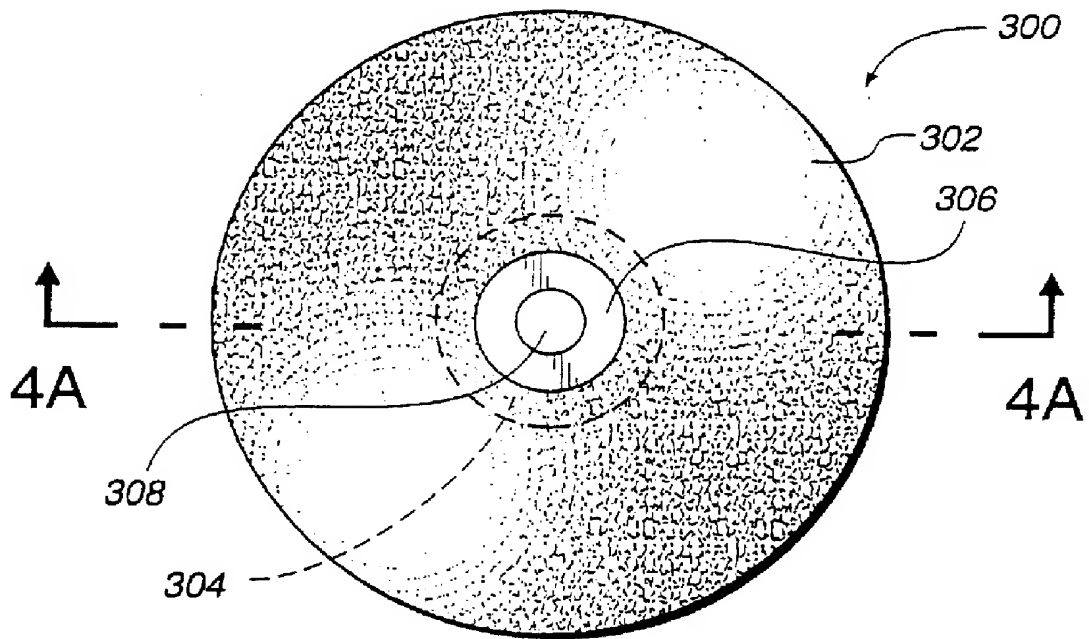
Приоритет по пунктам:

02.12.94 - по пп.1 - 62;

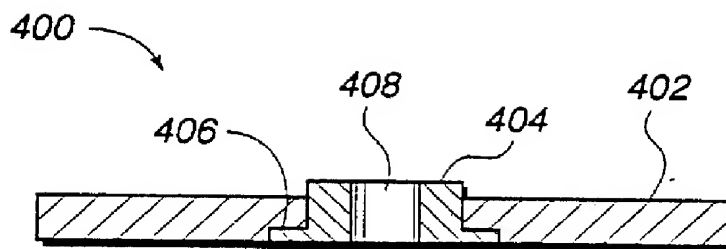
01.09.95 - по пп.63 - 66.



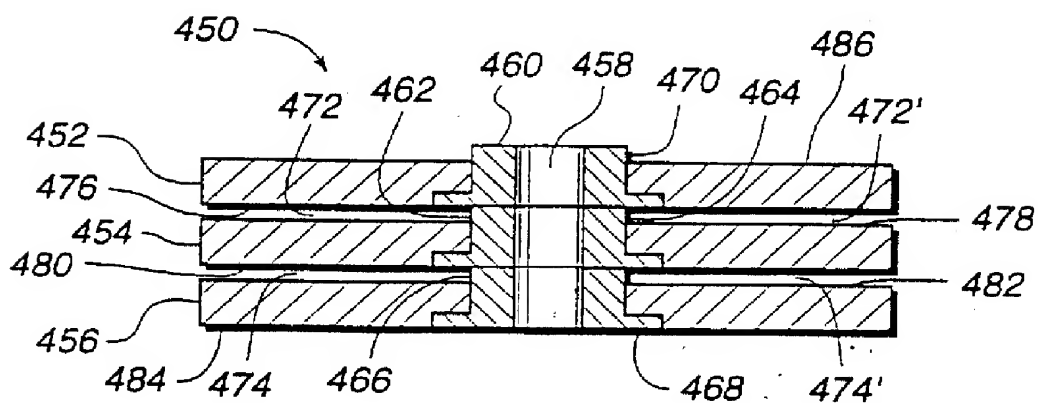
Фиг. 2



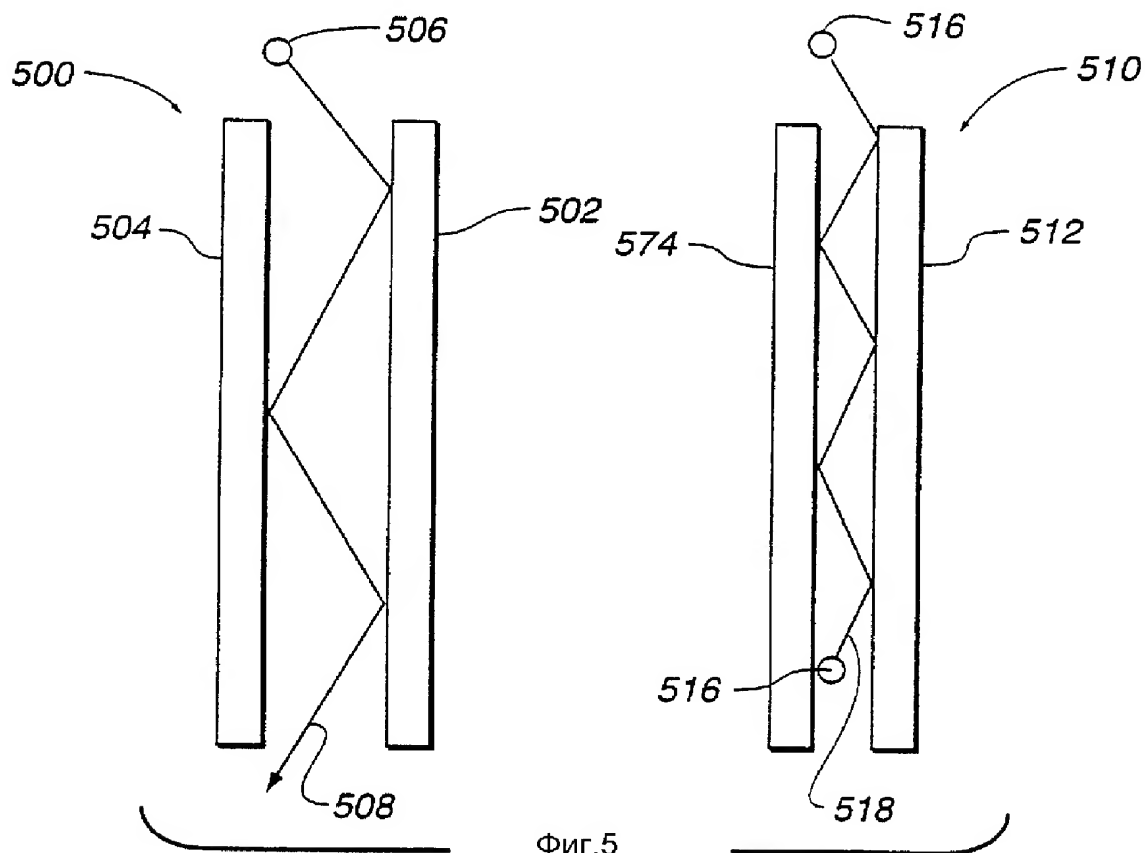
Фиг. 3



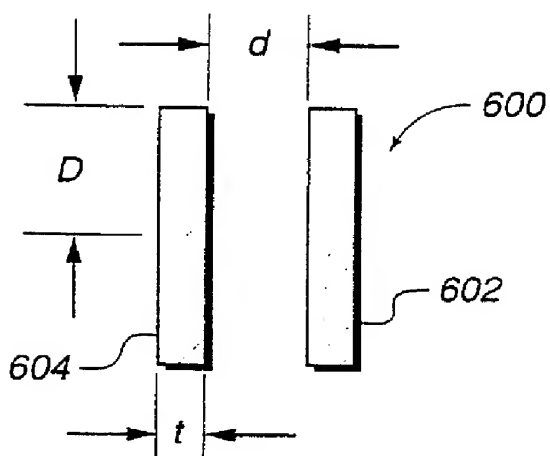
Фиг.4А



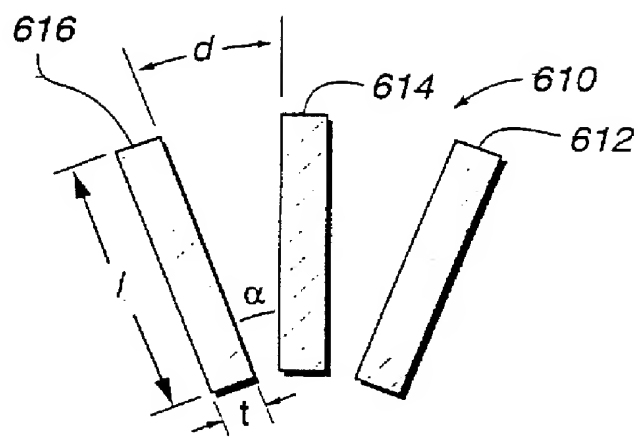
Фиг.4В



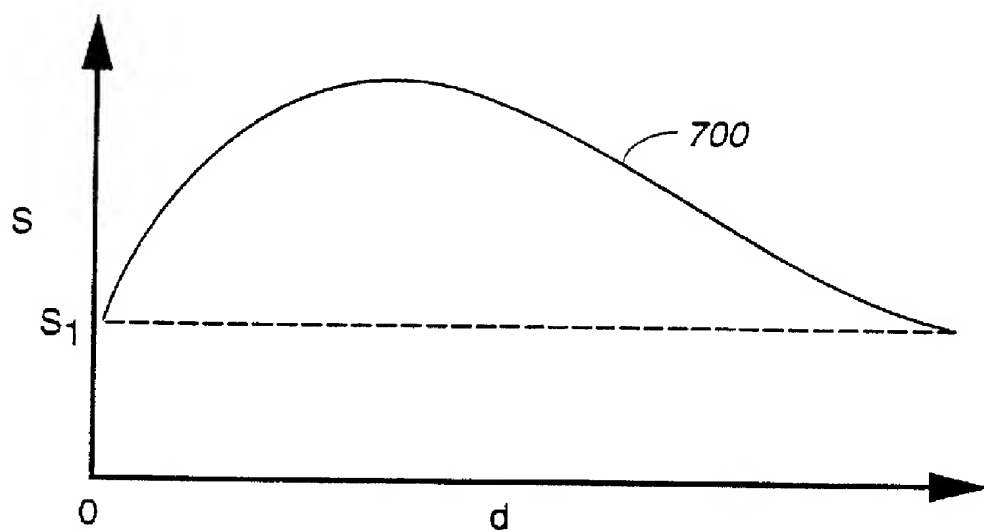
Фиг.5



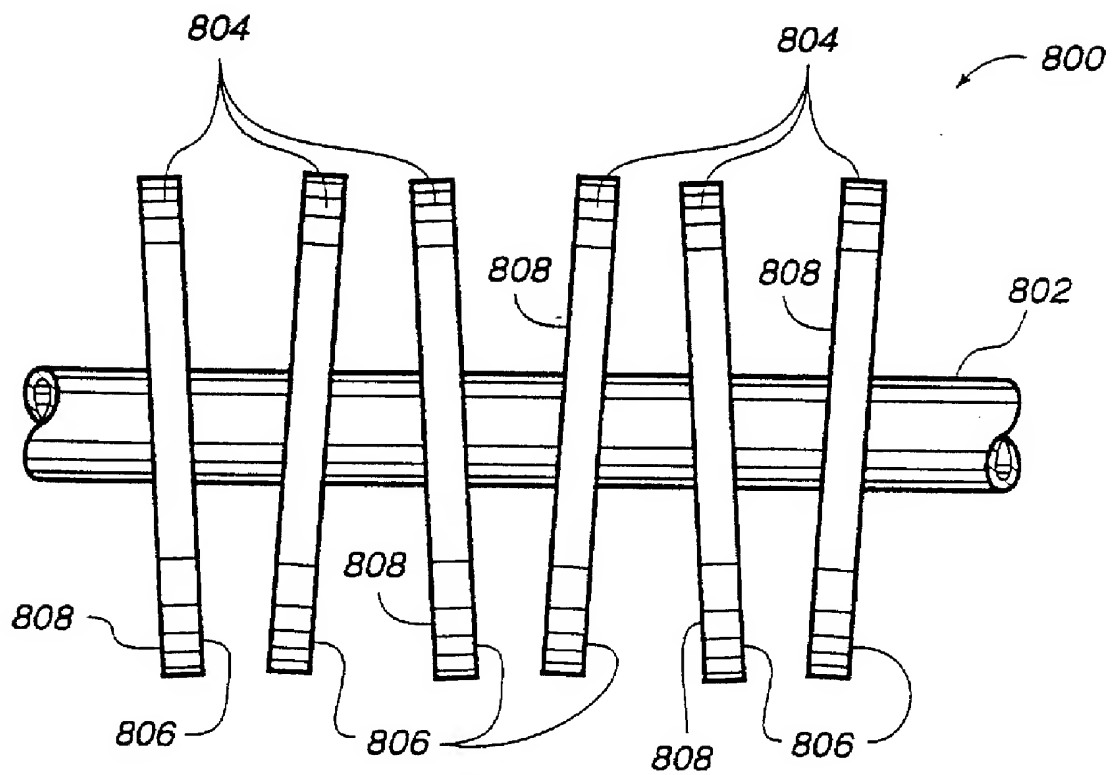
Фиг.6А



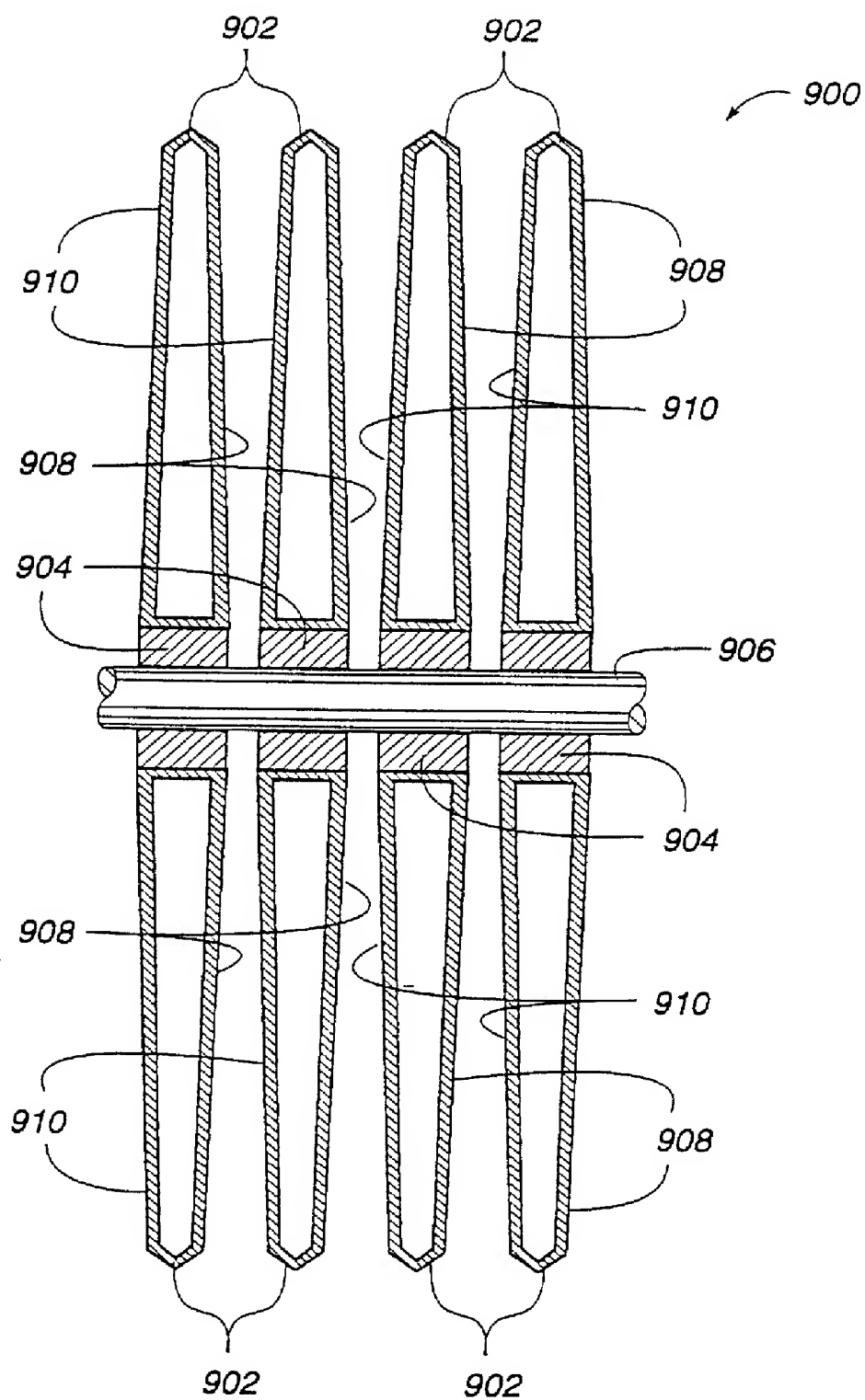
Фиг.6В



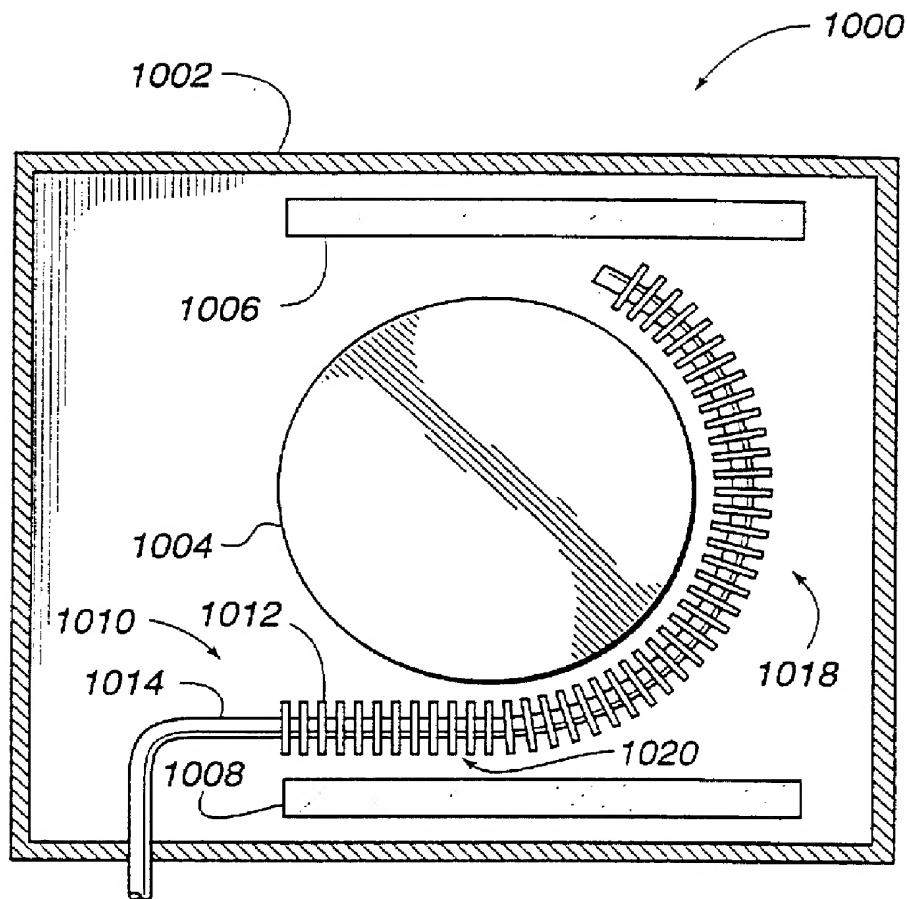
Фиг.7



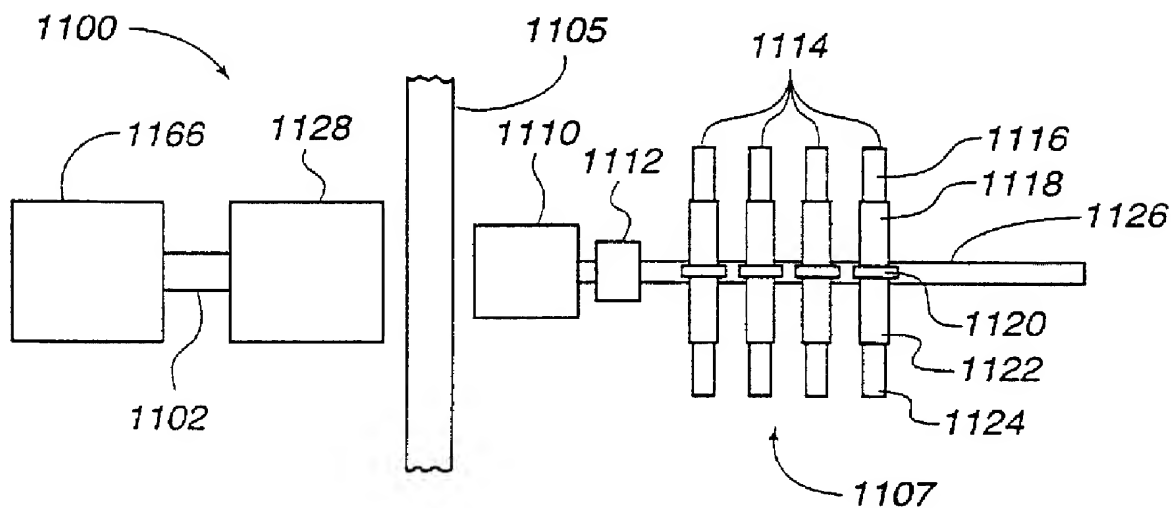
Фиг.8



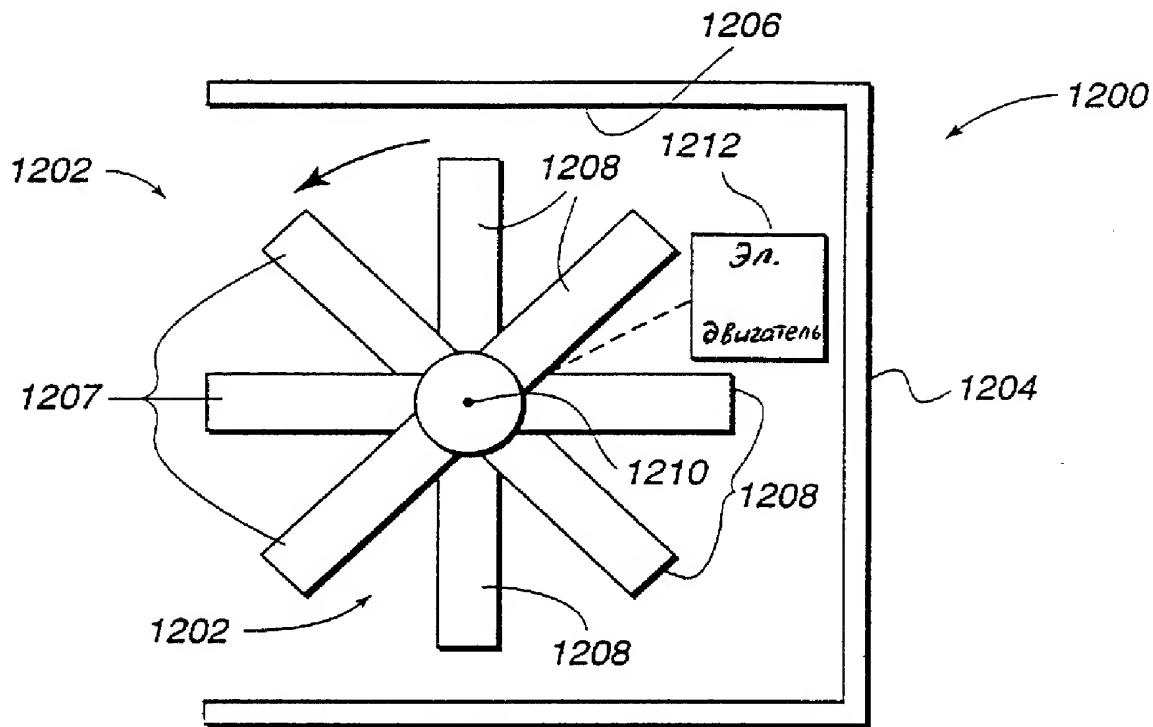
Фиг.9



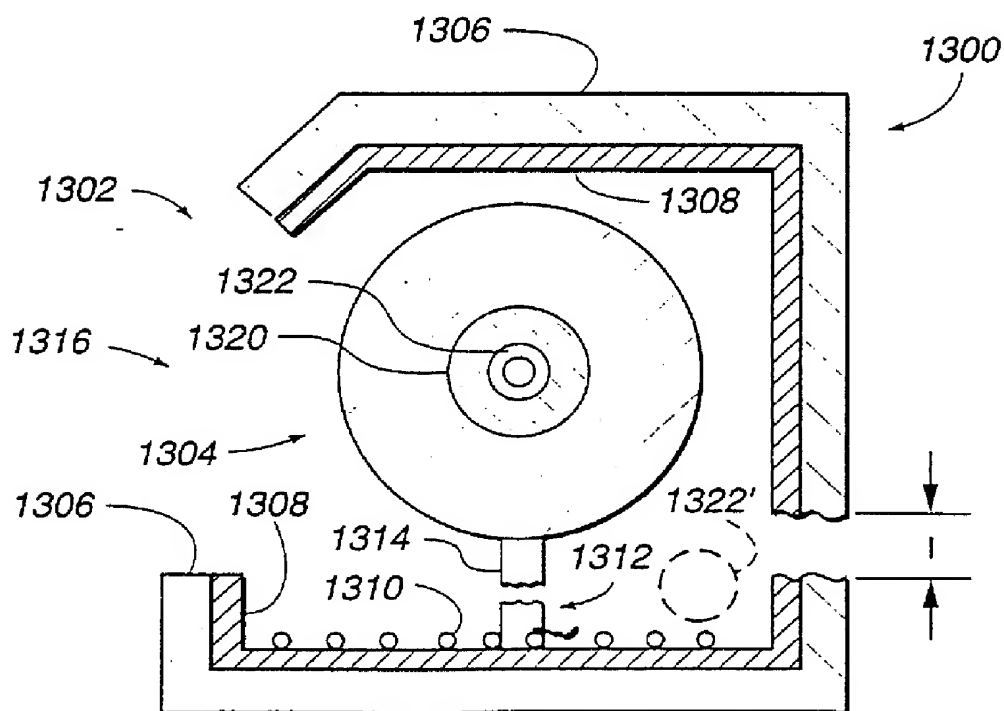
Фиг.10



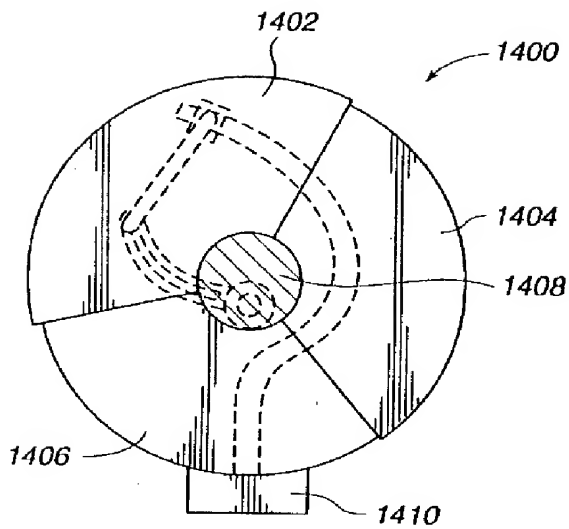
Фиг.11



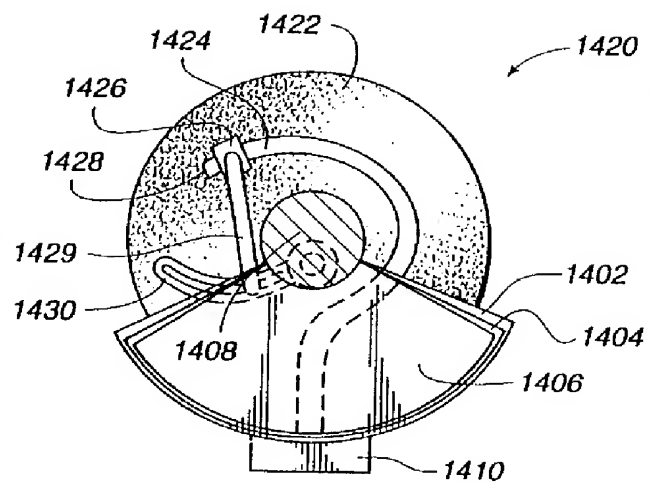
Фиг.12



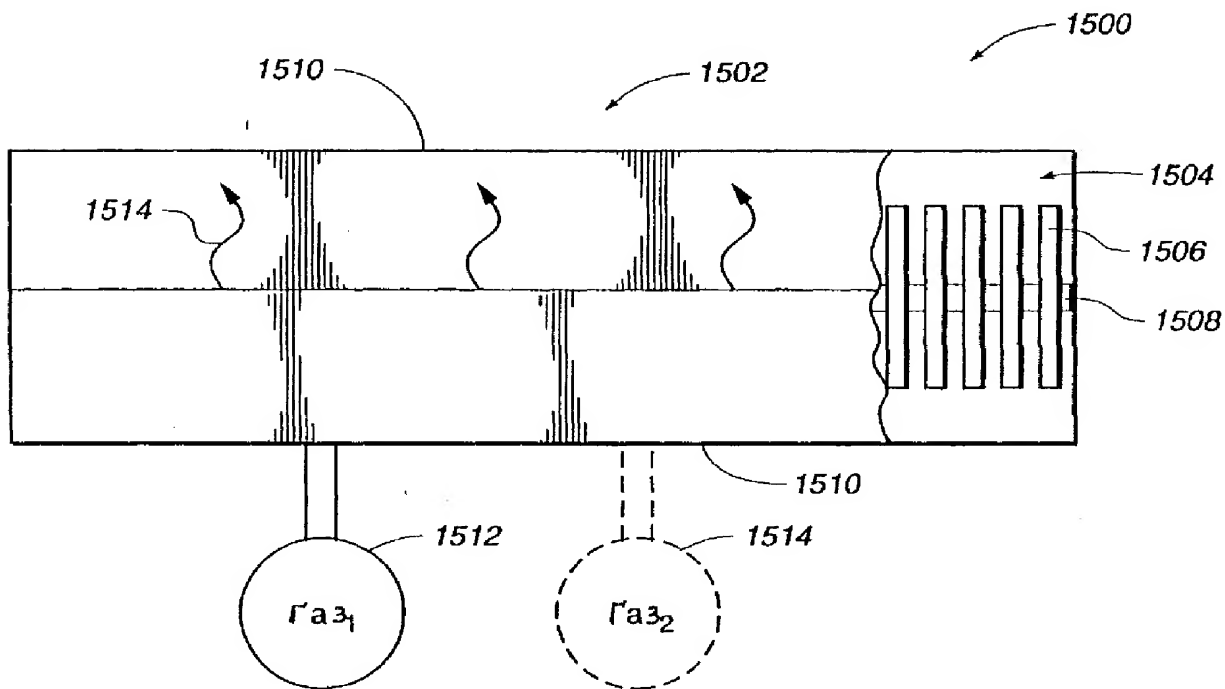
Фиг.13



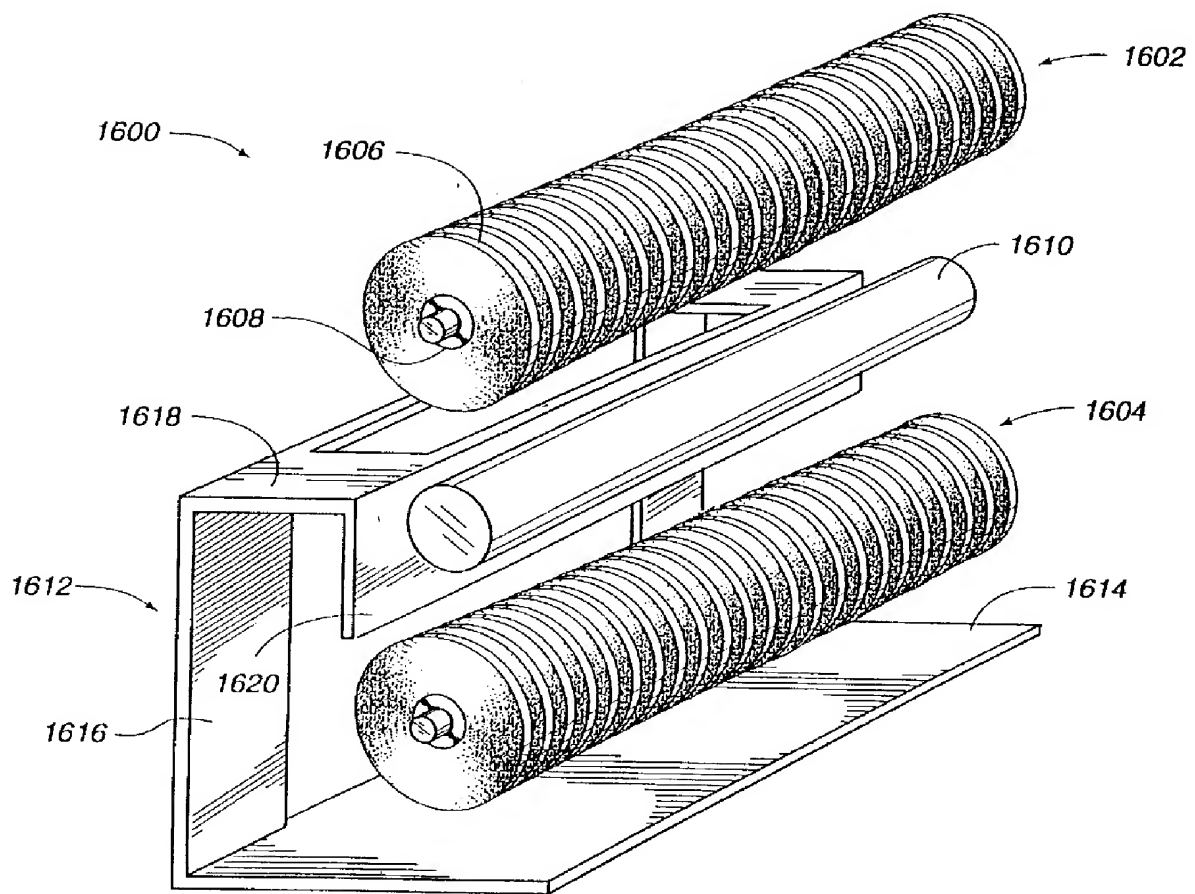
Фиг.14А



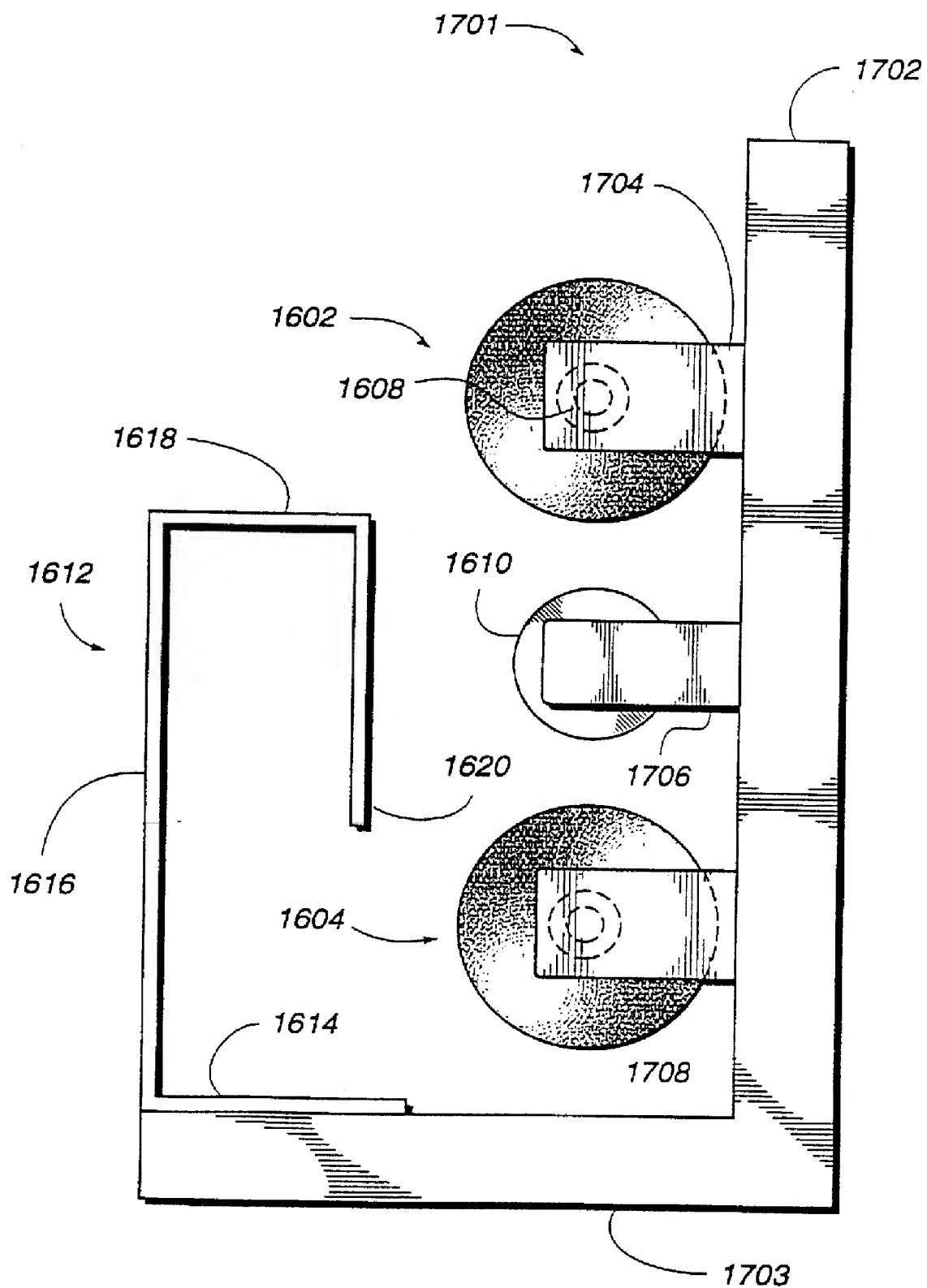
Фиг.14В



Фиг.15



Фиг.16



Фиг.17